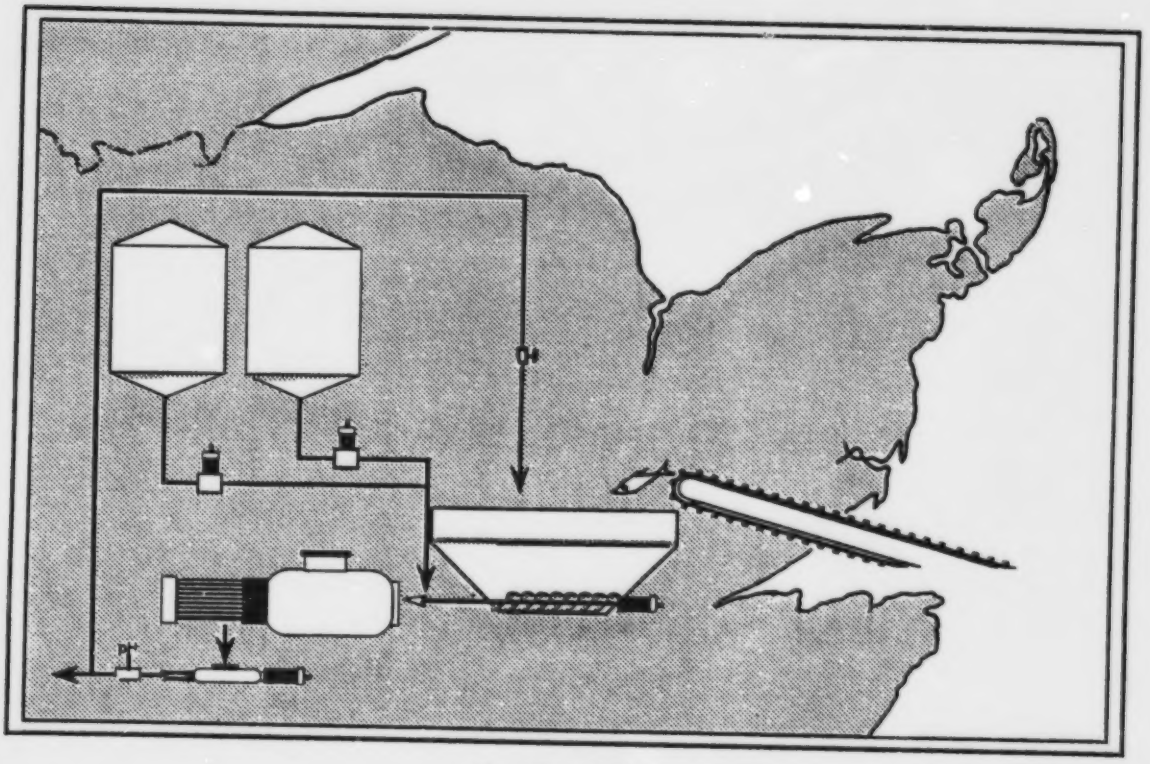
Ministère du Commerce et de la
Technologie du Nouveau-Brunswick

LEGISLATIVE LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE DE L'ASSEMBLÉE
JUN 27 1989

Utilisation des résidus de poisson dans le Nord-Est du Nouveau-Brunswick

Rapport final



Janvier 1989

BIOREX

Ministère du Commerce et de la Technologie
du Nouveau-Brunswick

UTILISATION DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK

RAPPORT FINAL

JANVIER 1989

BIOREX ATLANTIQUE INC.
111, Boul. Saint-Pierre ouest
C.P. 3186
Caraquet (Nouveau-Brunswick)
E0B 1K0

RÉSUMÉ

L'extraction de la rave de hareng a pris beaucoup d'ampleur au cours des années 1980 dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Cette activité, réalisée surtout pendant une période de 6 à 8 semaines à la fin de l'été, n'utilise que 4 -5 % du hareng entier. La biomasse rejetée (95 %) est impropre à la production de produits de consommation frais, salés, marinés ou congelés et ne peut même pas être utilisée comme appât. Cette biomasse est actuellement utilisée par les usines de farine de poisson et, dans une moindre mesure, pour l'épandage dans les champs de culture. Cependant, le débit des résidus à la sortie des usines d'extraction de rave est actuellement trop élevé pour que ces utilisateurs soient en mesure de l'absorber au complet. Près de la moitié des résidus de hareng produits, soit de 15 000 à 20 000 t, doivent être enfouis ou encore déchargés en mer ou dans les dépotoirs publics à un coût variant entre 20 et 40 $/t.

Les résidus de hareng constituent une biomasse riche en protéines et en huiles. Les protéines de poisson ont une excellente réputation en alimentation animale en raison de leur haut niveau de digestibilité; celle des huiles de poisson est aussi excellente en raison de leur teneur élevée en acides gras à longue chaîne et en acides gras omega -3. Les propriétés fertilisantes des résidus de poisson sont aussi reconnues depuis longtemps.

Plusieurs technologies sont actuellement disponibles pour transformer cette biomasse inutilisée en produits utiles dans les domaines de l'alimentation animale et de la fertilisation et de l'amendement des sols agricoles. Cependant, parce qu'un très grand volume de résidus doit être traité en quelques semaines seulement, les technologies complexes nécessitant beaucoup de capital ne constitueraient pas une solution rentable. En effet, les installations nécessaires pour traiter les résidus frais doivent avoir une très grande capacité et cette grande capacité ne serait à peu près pas utilisée plusieurs mois par année.

Les seuls procédés ayant un bon potentiel dans le contexte décrit ci-dessus sont le compostage et l'ensilage acide. Dans le cas du compostage, les techniques permettant de transformer les résidus de hareng à un rythme suffisamment rapide pour absorber tous les résidus inutilisés ne sont pas encore au point; cette approche ne permettrait d'utiliser qu'une partie de la biomasse. Par contre, les techniques d'ensilage acide peuvent être automatisées et

adaptées directement à la chaîne de transformation dans les usines. L'ensilage brut obtenu peut être entreposé longtemps et à peu de frais.

L'ensilage brut devrait être produit au fur et à mesure que les résidus sont produits et cela, dans chacune des usines d'extraction de rave. Cette approche permet d'obtenir un ensilage brut de très bonne qualité et d'éviter le transport d'un produit polluant (résidus frais). Pour une usine produisant 1 000 t de résidus pendant la période de pointe (août et septembre), le coût des équipements d'ensilage et d'entreposage est d'environ 175 000 $. L'usine a avantage à utiliser le système en dehors de la période de pointe afin de mieux amortir le coût des équipements. La valeur de l'ensilage brut produit par cette usine pourrait être de l'ordre de 125 000 $ par année. Pour une usine produisant 2 000 t de résidus en période de pointe, le coût des équipements est d'environ 300 000 $ et la valeur de l'ensilage brut produit, de l'ordre de 225 000 $ par année. Pour des usines d'extraction de rave produisant moins que 1 000 t de résidus de poisson par année, la production d'ensilage brut ne serait pas rentable. Les résidus de ce type d'usine devraient être ensilés dans des installations plus grandes.

L'ensilage brut de hareng est un produit à forte teneur en huile et en eau. Ces caractéristiques limitent son champ d'utilisation potentielle et l'échelle des marchés accessibles. Il y a donc avantage dans plusieurs cas à récupérer l'huile et à concentrer l'ensilage à faible teneur en huile. En raison du coût relativement élevé des immobilisations nécessaires au raffinage de l'ensilage brut, cette seconde transformation devrait être centralisée. Une usine de raffinage d'ensilage brut en mesure de traiter l'ensemble de résidus de poisson non utilisés dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (~ 20 000 t) représenterait un investissement d'environ 2,2 $ millions. La valeur des produits d'une telle usine pourrait être de l'ordre de 2,5 $ millions par année.

Le coût de l'ensilage brut ou de l'ensilage concentré produit dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, lorsque substitué à la farine de poisson ou aux résidus broyés-congelés en alimentation animale, serait avantageux pour la plupart des utilisateurs des provinces maritimes et de l'est du Québec. Des marchés potentiels équivalant à 63 000 - 74 000 t

d'ensilage brut par année ont été identifiés en alimentation animale dans cette grande région. Cependant, la pénétration de ces marchés par l'ensilage du nord-est du Nouveau-Brunswick ne se fera pas sans problèmes pour les raisons suivantes:

- les utilisateurs potentiels ne connaissent pas le produit;
- les utilisateurs potentiels ne sont généralement pas équipés pour manipuler le produit;
- les autres régions maritimes pouvant produire de l'ensilage sont parfois favorisées par la proximité de marchés importants.

Pour qu'une bonne pénétration des marchés identifiés soit possible, deux conditions essentielles devront être remplies:

- la qualité de l'ensilage devra être excellente et constante;
- l'approvisionnement des utilisateurs devra être sûr et régulier.

Répondre à ces conditions représente un défi de taille lorsqu'on considère que plusieurs unités indépendantes de production sont impliquées et que les débarquements annuels peuvent varier considérablement.

En agriculture, le potentiel de l'ensilage est énorme mais ces marchés sont très incertains parce qu'il est actuellement impossible de déterminer la valeur du produit pour les utilisateurs potentiels dans ce secteur.

Ces considérations permettent de conclure qu'il est peu probable que tous les résidus de hareng inutilisés dans le nord-est du Nouveau-Brunswick puissent être écoulés à court terme sur les marchés potentiels sous la forme d'ensilage brut ou concentré. Le marché de la farine de poisson étant bien établi, il serait peut-être avantageux d'utiliser les usines de réduction en farine déjà en place pour sécher l'ensilage brut ou concentré. Cependant, la faisabilité technique de cette approche et la possibilité d'écouler l'ensilage sec sur le marché des farines de poisson n'ont pu être évaluées dans le cadre de la présente étude en raison du manque d'information sur les usines de farine en place et sur les caractéristiques de l'ensilage sec.

Le compostage d'une partie des résidus inutilisés constitue aussi une approche ayant beaucoup de potentiel. Par contre, en raison du coût très élevé du transport du compost, les marchés potentiels du compost en vrac sont limités à moins de 300 km du point de production. L'utilisation du compost comme amendement de sol et complément de fertilisation pour la culture de la pomme de terre constitue un des rares débouchés possibles pour de grands volumes produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. La valeur du compost pour l'utilisateur est cependant inconnue actuellement.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ i

TABLE DES MATIÈRES v

LISTE DES TABLEAUX viii

LISTE DES FIGURES x

1. INTRODUCTION 1

2. LA PROBLÉMATIQUE DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK 3

2.1 Évolution annuelle et saisonnière des débarquements 3
2.2 Estimation de la quantité de résidus produits 3
2.3 Modes d'élimination des résidus 13

3. CARACTÉRISTIQUES DES RÉSIDUS DE POISSON 17

4. MÉTHODES POSSIBLES D'UTILISATION DES RÉSIDUS 21

4.1 Alimentation humaine 21
4.1.1 Poisson déchiqueté, surimi et kamaboko 21
4.1.2 Concentrés de protéines de poisson 22
4.1.3 Huiles de poisson comestibles 24

4.2 Alimentation animale 29
4.2.1 Résidus broyés-congelés 29
4.2.2 Farine de poisson 29
4.2.3 Résidus ensilés 33
4.2.4 Fermentation à l'acide lactique 36
4.2.5 Concentrés d'hydrolysats de résidus 36
4.2.6 Huiles de poisson 38

4.3 Utilisations en agriculture/horticulture 39
4.3.1 Application directe sur les terres agricoles 39
4.3.2 Émulsions de poisson 39
4.3.3 Résidus compostés 40

4.4 Autres utilisations 42
4.4.1 Essence de perle 42
4.4.2 Colle de poisson 43
4.4.3 Cuir 43
4.4.4 Huiles 43
4.4.5 Produits pharmaceutiques 44
4.4.6 Biogaz 45

5. SOLUTIONS POSSIBLES POUR L'UTILISATION DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK..... 46

5.1 Analyse des aspects techniques 46

5.2 Analyse des marchés potentiels 48
5.2.1 Marchés potentiels pour le compost de poisson 48
5.2.2 Marchés potentiels pour les produits à base d'ensilage de hareng ... 51

5.3 Choix des solutions 57

6. ANALYSE ÉCONOMIQUE DE L'ENSILAGE DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK 59

6.1 Scénarios de production 59
6.1.1 Scénario 1 60
6.1.2 Scénario 2 63

6.2 Coûts de production de l'ensilage brut 65
6.2.1 Immobilisations 65
6.2.2 Coûts fixes 69
6.2.3 Coûts variables 71
6.2.4 Viabilité de la production d'ensilage brut 71

6.3 Coûts de production de l'ensilage concentré 74
6.3.1 Immobilisations 74
6.3.2 Coûts de production 76
6.3.3 Viabilité de la production d'ensilage concentré 76

6.4 Coûts de production de l'ensilage sec 79
6.4.1 Immobilisations 79
6.4.2 Coûts de production 80
6.4.3 Viabilité de la production d'ensilage sec 81

7. ANALYSE ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION DE COMPOST 82

7.1 Scénario de production 82

7.2 Immobilisations 82

7.3 Coûts de production 82

7.4 Viabilité de la production de compost de poisson..... 85

8. DISCUSSION ET CONCLUSIONS 88

9. RECOMMANDATIONS 93

Annexe 1: Références 95

Annexe 2: Usines de transformation de poisson faisant partie de l'enquête 97

Annexe 3: Entreprises réalisant de la valorisation des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick 98

LISTE DES TABLEAUX

			Page
Tableau 1	:	Pourcentage des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick attribuable à chacune des espèces	5
Tableau 2	:	Estimation de la quantité de résidus produite en 1987 dans le nord-est du Nouveau Brunswick par district de pêche et par type de résidu	7
Tableau 3	:	Pourcentage de résidus et types de résidus résultant de la transformation des poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	8
Tableau 4	:	Pourcentage de résidus et types de résidus résultant de la transformation des poissons de fond dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	9
Tableau 5	:	Composition de différents types de résidus de poisson	18
Tableau 6	:	Composition de l'ensilage et des suppléments protéiques	19
Tableau 7	:	Composition de diverses huiles de poisson	20
Tableau 8	:	Prix de détail du compost et des fumiers ensachés sur le marché québécois	52
Tableau 9	:	Composition proximale des différents produits de l'ensilage de hareng et des produits de substitution	53
Tableau 10	:	Premier scénario de production, de raffinage et de vente d'ensilage dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	61
Tableau 11	:	Deuxième scénario de production, de raffinage et de vente d'ensilage dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	64
Tableau 12	:	Coût des immobilisations pour la production d'ensilage brut dans les usines de transformation de poisson	68
Tableau 13	:	Coûts fixes de production d'ensilage brut selon divers scénarios	70
Tableau 14	:	Coûts unitaires variables de production d'ensilage brut dans les usines de transformation de poisson	72

Tableau 15 : Comparaison du coût à l'utilisateur de l'ensilage brut produit selon divers scénarios et de sa valeur de remplacement en substitution de la farine de poisson 73

Tableau 16 : Évaluation des coûts de production de l'ensilage concentré de hareng selon deux scénarios de production 77

Tableau 17 : Comparaison du coût à l'utilisateur et de la valeur de remplacement de l'ensilage concentré en fonction de la distance séparant l'utilisateur du lieu de production 78

Tableau 18 : Scénario de production de l'unité de compostage de résidus de poisson 83

Tableau 19 : Immobilisations requises pour la production de compost de poisson 84

Tableau 20 : Estimation des coûts de production 86

Tableau 21 : Comparaison du coût à l'utilisateur du compost de poisson et de l'ensilage concentré 87

Tableau 22 : Comparaison des coûts estimés d'élimination et d'utilisation des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick 92

LISTE DES FIGURES

		Page
Fig. 1 :	Évolution annuelle des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	4
Fig. 2 :	Évolution saisonnière des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	6
Fig. 3 :	Distribution des usines de transformation du poisson et des quantités de résidus de poisson produites par district de pêche dans le nord-est du Nouveau-Brunswick	10
Fig. 4 :	Estimation de la quantité de résidus produite en 1987 dans le nord-est du Nouveau-Brunswick par espèce transformée	12
Fig. 5 :	Évolution mensuelle de la qualité de résidus de poisson produite dans le nord-est du Nouveau-Brunswick en 1987	14
Fig. 6 :	Diagramme d'écoulement de la production de surimi à partir de poissons pélagiques et de poissons de fond	23
Fig. 7 :	Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés de protéines de poisson à partir de poisson gras	25
Fig. 8 :	Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés d'huile omega -3	27
Fig. 9 :	Diagramme d'écoulement pour la production de farine et d'huile de poisson	30
Fig. 10 :	Évolution des prix de la farine de poisson et de la farine de soya	32
Fig. 11 :	Diagramme d'écoulement pour la production et le raffinage d'ensilage acide	34
Fig. 12 :	Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés d'hydrolysats de poisson	37
Fig. 13 :	Diagramme d'écoulement pour la production de compost de poisson	41
Fig. 14 :	Schéma d'écoulement d'une usine d'ensilage brut acide	66
Fig. 15 :	Schéma d'écoulement des réservoirs d'entreposage d'ensilage brut	67
Fig. 16 :	Schéma d'écoulement d'une usine de raffinage d'ensilage	75

1. INTRODUCTION

Au Nouveau-Brunswick, la question du traitement des résidus de poisson a fait l'objet de plusieurs études. La plupart des études se sont penchées sur la manutention des déchets liquides et solides et sur le règlement des problèmes d'odeur émanant des usines de transformation du poisson et des usines de réduction en farine. Trois études (Canadian Plant and Process Engineering, 1970; Shaffner, 1970; et Broderson, 1973) ont traité des problèmes de gestion des déchets liquides à l'intérieur des plus grandes usines de transformation. La Société McLaren Atlantic (1979) a analysé le problème d'élimination des résidus solides de poisson, de crustacés et de mollusques dans le sud-est du Nouveau-Brunswick. Plus récemment, Tidmarsh *et al* (1986) ont fait un survol des problèmes d'élimination et des possibilités de transformation des résidus de poisson, de crustacés et de mollusques de l'ensemble de l'est du Nouveau-Brunswick. Enfin, la Société Co-Fish Ltée (1986) a réalisé une étude pour une utilisation plus rationnelle en alimentation humaine de la ressource hareng du golfe du Saint-Laurent.

La présente étude a été menée afin d'identifier une ou plusieurs solutions économiquement et écologiquement réalisables pour valoriser les résidus de poisson produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. La portée de l'étude a été limitée dès le départ afin de permettre d'approfondir l'analyse de la question des résidus de l'industrie de l'extraction de la rave de hareng, qui constituent un problème ayant pris beaucoup d'ampleur au cours des dernières années dans cette région du Nouveau-Brunswick.

L'étude est limitée à la région nord du Nouveau-Brunswick située entre la rivière Ristigouche et la rivière Miramichi. Elle est limitée aux résidus solides de poisson et ne concerne donc pas les résidus de crustacés (qui font l'objet d'une attention particulière dans d'autres travaux) ni les résidus de mollusques (qui sont produits en très faibles quantités dans la région à l'étude). L'étude ne s'intéresse pas aux résidus liquides des usines de transformation ni aux méthodes de décharge et d'enfouissement discutées en détails dans les études citées auparavant.

La première partie du rapport décrit la problématique actuelle associée à la production, à l'élimination et à l'utilisation des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. La deuxième partie traite de la composition des résidus de poisson. Dans la

troisième partie, on retrouvera une description des différents produits et sous-produits pouvant être obtenus des résidus, des procédés utilisés pour les produire, de l'utilisation qui en est faite et des contraintes d'utilisation des produits et procédés. La sélection de solutions applicables au contexte précis du nord-est du Nouveau-Brunswick est réalisée dans la section 5. L'analyse économique des solutions possibles constitue les deux dernières sections du rapport, avant d'en arriver aux conclusions et aux recommandations.

2. LA PROBLÉMATIQUE DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK

2.1 Évolution annuelle et saisonnière des débarquements

La Fig. 1. présente l'évolution annuelle des débarquements de poissons pélagiques et estuariens et de poisson de fond dans le nord-est du Nouveau-Brunswick au cours des cinq dernières années. Les débarquements de poisson de fond ont été stables, se maintenant aux environs de 16 000 t par année. Par contre, les débarquements de poissons pélagiques et estuariens ont triplé en seulement trois ans, passant de 15 000 t en 1984 à presque 45 000 t en 1987. Cette augmentation considérable est attribuable au développement de la pêche au hareng, qui représente environ 95 % des débarquements de poisson pélagiques et estuariens (Tableau 1).

Les débarquements de poisson (Fig. 1) de fond dans le nord-est du Nouveau-Brunswick présentent un maximum au mois de mai (Fig. 2); de juin à octobre, ils se maintiennent à un niveau intermédiaire, puis diminuent rapidement à partir de novembre pour être insignifiants de décembre à avril. D'autre part, les débarquements de poissons pélagiques et estuariens, constitués à 95 % de hareng, présentent un premier pic de faible amplitude en mai et juin et une deuxième période beaucoup plus intense en août, septembre et octobre. Le premier pic correspond à la pêche côtière du hareng de printemps. La période de débarquement intensive débute avec la pêche côtière du hareng d'automne à partir de la mi-août. Cette pêche se poursuit généralement jusqu'à la mi-septembre. En octobre et novembre, les débarquements de hareng proviennent des seineurs pêchant au large des côtes.

2.2 Estimation de la quantité de résidus produits

La quantité de résidus de poisson produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick a été estimée à partir d'une enquête réalisée auprès de toutes les usines de transformation de poisson de la région (voir la liste des usines contactées à l'Annexe 1). Les résultats de l'enquête, en ce qui concerne la quantité de résidus, sont résumés aux Tableaux 2, 3 et 4 et à la Fig. 3.

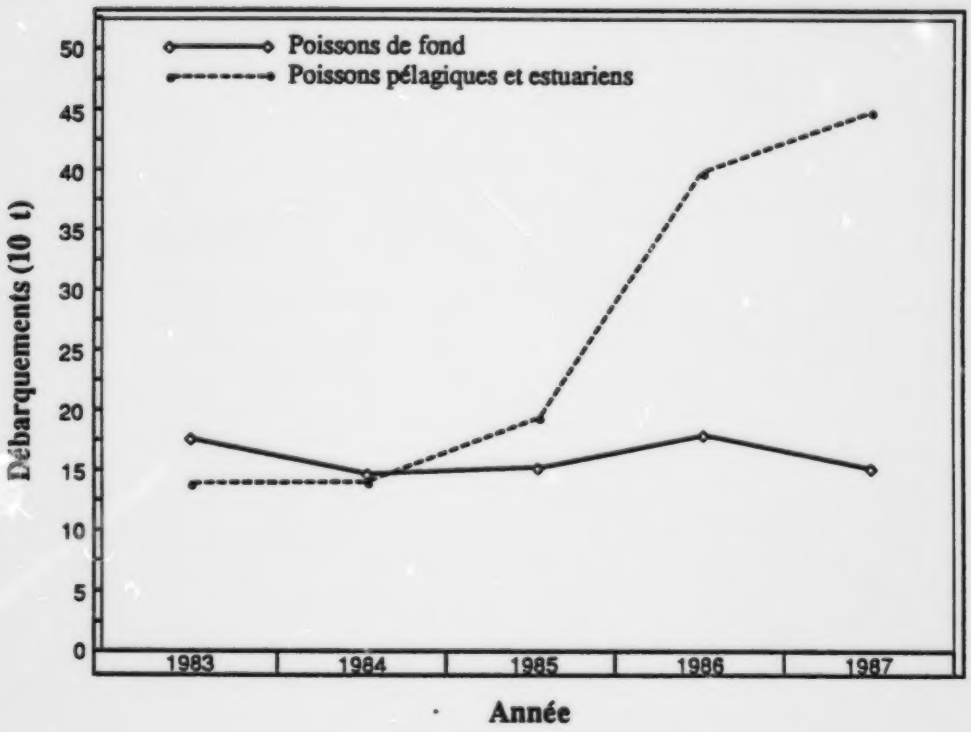


Figure 1. Évolution annuelle des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

Tableau 1: Pourcentage des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick attribuable à chacune des espèces

% des poissons pélagiques et estuariens		% des poissons de fond	
Hareng	94,8	Morue	70,2
Gaspareau	2,6	Sébaste	19,4
Maquereau	1,3	Plie	8,5
Éperlan	1,1	Merluche	1,6
Anguille	< 0,1	Turbot	1,2
Bar d'Amérique	< 0,1	Goberge	0,9
Thon	< 0,1	Poulamon	0,4
Alose	< 0,1	Flétan	< 0,1
Esturgeon	< 0,1	Limande	< 0,1
Capelan	< 0,1	Merlu argenté	< 0,1

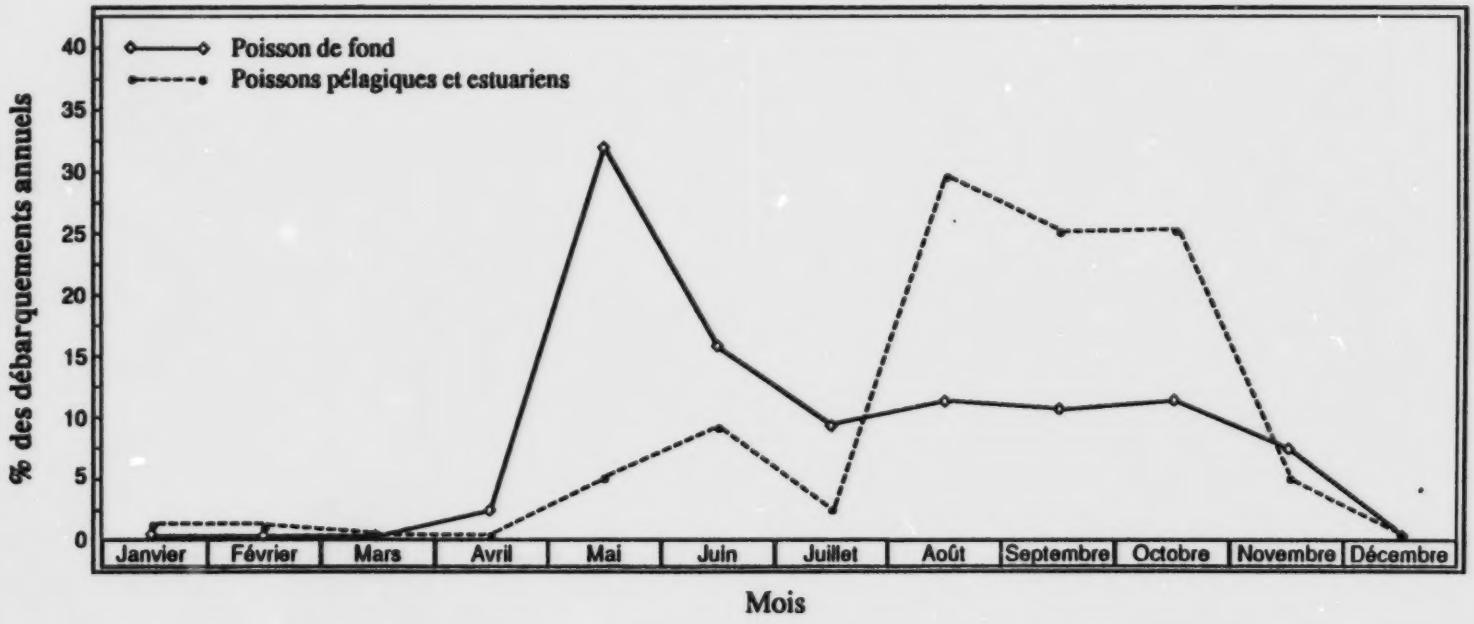


Figure 2. Évolution saisonnière des débarquements de poisson de fond et de poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (moyenne de 1984 à 1987)

Tableau 2: Estimation de la quantité de résidus produite en 1987 dans le nord-est du Nouveau-Brunswick par district de pêche et par type de résidu

Nº du district	Nombre d'usines ayant fourni une estimation (nombre d'usines existantes)	Résidus de poisson de fond (t)	Résidus de hareng (t)	Résidus de poissons pélagiques et estuariens autres que le hareng (t)	Total (t)	% du total
64	2 (2)	773	1364	159	2 296	3,9
65	13 (14)*	3 349	32 173	0	35 522	61,6
66	5 (5)	5 236	6 679	0	11 915	20,7
67	4 (4)	937	4 559	11	5 507	9,6
68	2 (2)	274	1 136	4	1 414	2,5
70	0 (1)*	?	(1 000)	?	1 000	1,7
	25 (28)	10 569	46 911	174	57 654	100,0

* Une usine du district 65 et une autre du district 70 n'ont pas fourni de chiffres. Ces deux usines transforment d'importantes quantités de hareng. Pour ces deux usines, la quantité de résidus de hareng a été estimée à 2 000 t dans le district 65 et 1 000 t dans le district 70.

Tableau 3: Pourcentage de résidus et types de résidus résultant de la transformation des poissons pélagiques et estuariens dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (V: viscères; T: tête; Q: queue; P: peau; A: arête)

Espèce	Type de produit	Nb d'usines fabriquant le produit	% de résidus	Type de résidus
Hareng	rave	22	94-95	Corps au complet moins la rave, laitance
	filet mariné	15	60-70	V-T-Q-A-P
	rond congelé	8	5	V
	filet congelé	7	60-70	V-T-Q-A-P
	salé (headless)	8	40-50	V-T
	filet salé	4	50	V-T-Q-A-P
	filet frais	3	60-70	V-T-Q-A-P
Maquereau	rond congelé	13	0	
	filet	1	65	V-T-Q-A-P
	salé	2	30	V
Gaspareau	rond congelé	1	0	
	rond salé	2	0	
	filet congelé	1	60-70	V-T-Q-A-P
Éperlan	rond ou éviscéré congelé	5	10	V
Capelan	rond congelé	2	0	
Thon	éviscéré	1	32	V

Tableau 4: Pourcentage de résidus et types de résidus résultant de la transformation des poissons de fond dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. (V: viscères; T: tête; Q: queue; A: arête; P: peau)

Espèce	Type de produit	Nb d'usines fabriquant le produit	% de résidus	Type de résidus
Morue	filet congelé	14	65-70	T-Q-A-P
	filet en bloc	8	65-70	T-Q-A-P
	salée	4	70-75	T-Q-A-P
	filet frais	5	65-70	T-Q-A-P
Plie	filet congelé	11	72-80	V-T-Q-A-P
	filet en bloc	5	72-80	V-T-Q-A-P
	filet frais	4	72-80	V-T-Q-A-P
Sébaste	filet congelé	6	75	V-T-Q-A-P
	filet en bloc	5	75	V-T-Q-A-P
	filet frais	4	75	V-T-Q-A-P
Aiglefin	filet en bloc	3	65	T-Q-A-P
	filet frais	1	65	T-Q-A-P
Goberge	filet congelé	3	65	T-Q-A-P
	filet en bloc	1	65	T-Q-A-P
Flétan	steak	5	10-20	T-Q
Merluche	filet	1	70	T-Q-A-P

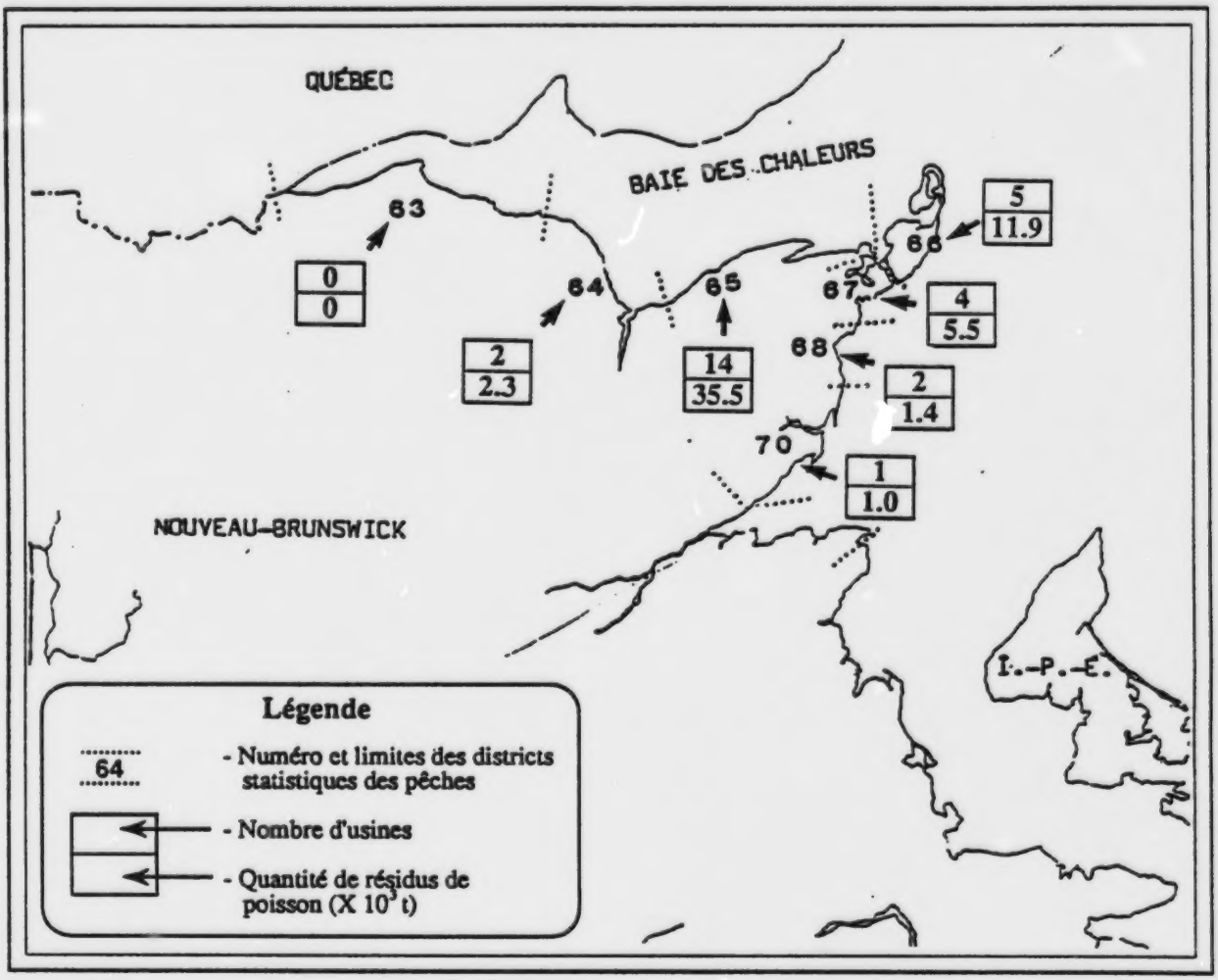


Figure 3. Distribution des usines de transformation du poisson et des quantités de résidus de poisson produites par district de pêche dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

Le Tableau 2 et la Fig. 3 présente les quantités de résidus produits par type de poisson et par district de pêche. La quantité totale de résidus de poisson produite dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (excluant les résidus de crustacés et de mollusques) est estimée à environ 57 500 t. Plus de 60 % des résidus sont produits dans le district 65.

La Fig. 4 présente la répartition du total de résidus produits par espèce. Les résidus de crustacés ne sont présentés dans cette figure qu'à titre comparatif. Plus de 80 % des résidus de poisson proviennent de la transformation du hareng; suivent ensuite, par ordre décroissant d'importance, les résidus de morue, de sébaste et des plies.

Les Tableaux 3 et 4 présentent le pourcentage de résidus provenant des différents modes de transformation des poissons. Plusieurs poissons pélagiques et estuariens comme le maquereau, le gaspareau, l'éperlan et le capelan ne subissent pratiquement pas de transformation et ne sont donc à l'origine que de quantités insignifiantes de résidus. Par contre, les activités d'extraction de la rave du hareng peuvent produire jusqu'à 95 % de résidus si aucune transformation supplémentaire n'est faite sur le hareng entier éviscéré rejeté à la suite de cette opération.

L'extraction de la rave de hareng constitue l'activité principale de 22 des 28 usines de transformation en août et septembre. Or, les caractéristiques de la chair du hareng d'automne, en période de fraye, sont telles qu'il est pratiquement impossible d'en tirer un produit acceptable pour la consommation humaine. Ce hareng n'est même pas adéquat comme appât en raison de sa chair trop molle. Les activités de filetage et de marinage du hareng sont donc surtout réalisées en mai et juin, et en octobre et novembre.

En comparant l'estimation du total de résidus de hareng produits dans la région en 1987 (~ 45 000 t) avec le volume de hareng débarqué au cours de la même période (45 000 t), on comprend qu'une très grande proportion du hareng transformé dans la région ne fait l'objet que de l'extraction de la rave, sans transformation de la chair. Le rapport "résidu produit sur volume débarqué" très élevé dans le cas du hareng est aussi explicable en partie par l'importation dans la région de quantités non négligeables de hareng provenant des autres parties du Golfe (Québec et, surtout, côte du Golfe de la Nouvelle-Écosse).

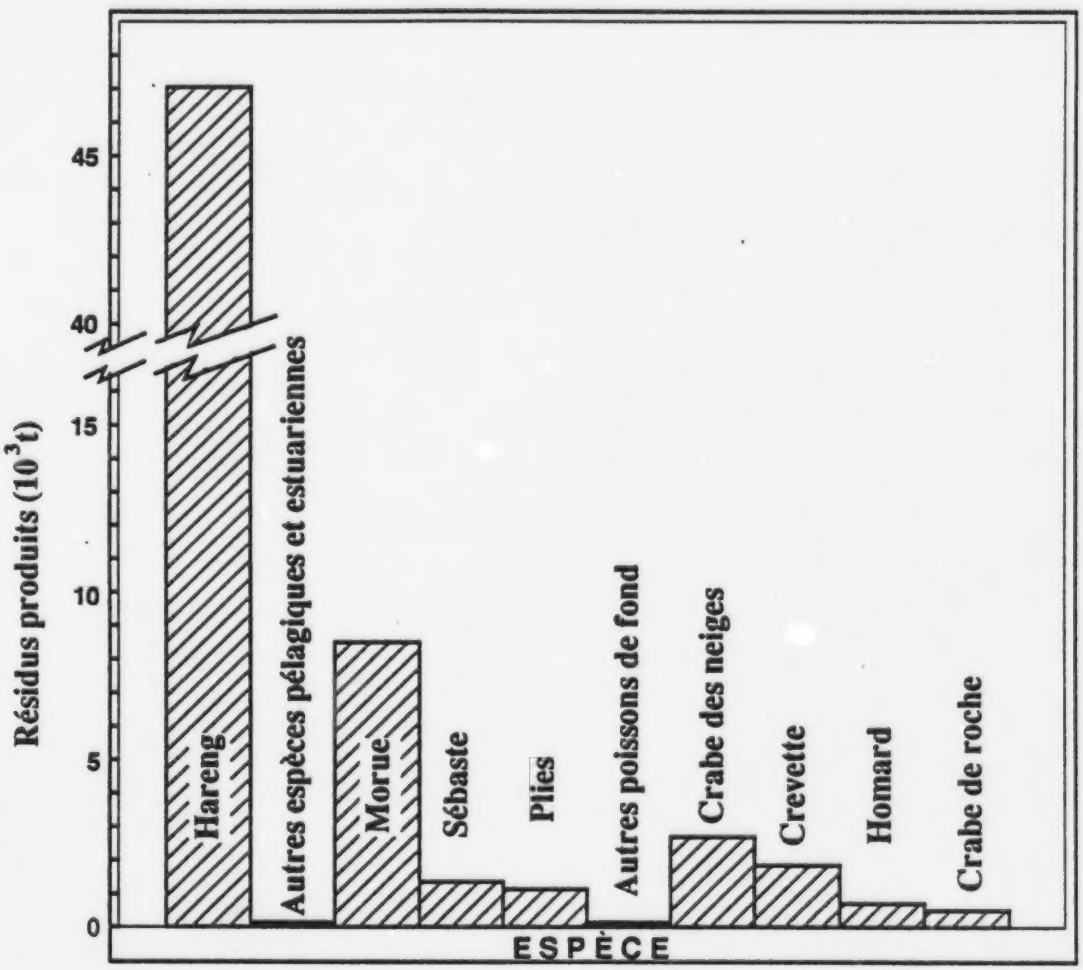


Figure 4. Estimation de la quantité de résidus produite en 1987 dans le nord-est du Nouveau-Brunswick par espèce transformée

La plus grande partie des poissons de fond débarqués dans la région fait l'objet d'un filetage (Tableau 4). La quantité de résidus produite par ce type d'activité se situe entre 65 et 80 %, ce qui correspond au rapport "quantité de résidus estimée sur quantité de poisson débarquée" obtenu pour les poissons de fond dans la région en 1987 (10 569 t/14961 t = 0,71).

L'évolution mensuelle de la production de résidus dans la région est présentée à la Fig. 5. On y retrouve un premier pic de production relativement peu important composé à environ 50 % de hareng et 50 % de poissons de fond en mai et juin et un deuxième pic beaucoup plus important en août et septembre composé à 90 % de hareng. Les quelques 30 000 t de résidus de hareng produits en août et septembre proviennent d'un maximum de 25 jours de pêche intensive (deuxième moitié du mois d'août et première moitié du mois de septembre). En période de pointe, la quantité journalière de résidus de hareng produite dans la région dépasse donc régulièrement 1 000 t par jour.

2.3 Modes d'élimination des résidus

Parmi les 28 usines ayant fait l'objet de l'enquête, 20 déclarent s'être débarrassées en partie ou en totalité de leurs résidus en les envoyant à une usine de farine de poisson en 1987; 8 usines ont fait enfouir la totalité ou une partie de leurs résidus; 6 ont fait décharger une partie de leurs résidus en mer et 10 ont fait de l'épandage sur des terres agricoles ou ont vendu des résidus aux fermiers.

Presque tous les responsables d'usine interrogés considèrent que l'élimination des résidus qu'ils produisent constitue un problème important ou grave. Vingt producteurs attribuent ce problème à la capacité insuffisante des usines de farine en période de pointe (août et septembre). Deux autres évaluent que leur usine est trop éloignée des usines de farine existantes et deux autres considèrent que la réglementation sur l'enfouissement est trop sévère. Deux propriétaires n'ont pas de problèmes parce que leurs installations incluent des infrastructures de production de farine.

Il existe actuellement trois usines de farine de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. La première est située dans le district 65. Elle date de 1965 et ne traite que les

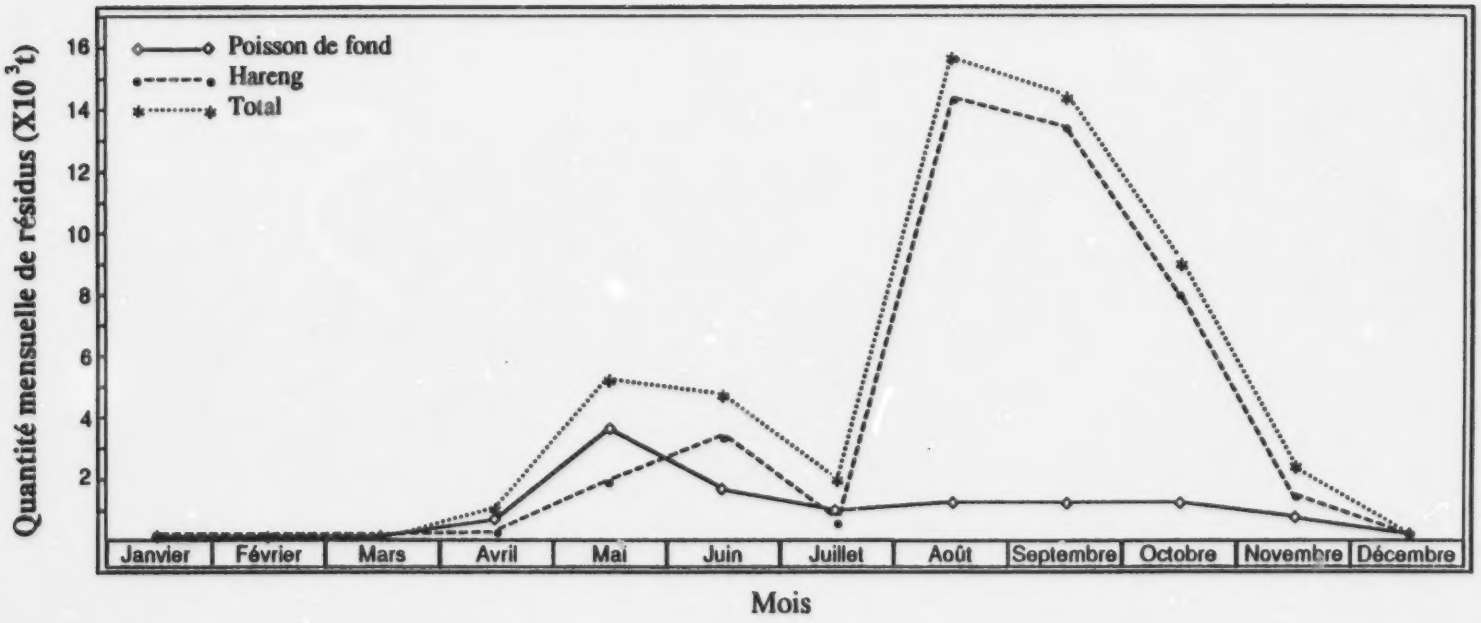


Figure 5. Évolution mensuelle de la qualité de résidus de poisson produite dans le nord-est du Nouveau-Brunswick en 1987

résidus de hareng. Elle compte une seule chaîne de production et peut traiter 240 t de matière brute par jour. Selon Tidmarsh *et al* (1986), sa capacité de production est de 40,9 t de farine et 3,4 t d'huile par jour.

La deuxième usine située dans le district 66 fabrique de la farine à partir de résidus de crabe, de hareng et de poisson de fond. Elle peut traiter un maximum de 160 t de résidus par jour. Selon Tidmarsh (1986), sa capacité de production est de 16,3 t de farine et 9,1 t d'huile par jour.

La troisième usine située dans le district 67 a été construite en 1966. Elle fabrique de la farine à base de déchets de crabe, de poisson de fond et d'un peu de hareng. Elle peut traiter un maximum de 160 t par jour et sa capacité de production est de 33,5 t de farine et 9,1 t d'huile par jour (Tidmarsh *et al* 1986).

La capacité totale théorique des trois usines de farine de la région (~ 560 t/jour) est largement inférieure à la production journalière moyenne de résidus de poisson en période de pointe (> 1 000 t/jour de la mi-août à la mi-septembre). Pendant cette période, les usines de farine traitent en priorité les résidus de seulement sept usines, laissant très peu de place aux résidus de hareng produits par les 15 autres. Ces dernières doivent avoir recours à d'autres méthodes d'élimination qui, en 1987, se résumaient à l'épandage sur les terres agricoles, l'enfouissement, la décharge en mer ou encore dans des dépotoirs publics.

Le problème de l'élimination des résidus de poisson, et en particulier ceux du hareng, a pris tellement d'ampleur au cours des dernières années dans le nord-est du Nouveau-Brunswick qu'il constitue actuellement une menace sérieuse pour l'environnement. L'usage de dépotoirs privés ou publics s'est répandu avec l'augmentation des quantités de résidus. La concentration des déchets à ces endroits a entraîné des problèmes écologiques locaux comme des odeurs désagréables, la contamination des cours d'eau adjacents ou de la nappe phréatique, l'attraction d'animaux nuisibles et la dégradation générale sur le plan esthétique. En 1987, 2 permis de décharge de résidus en mer ont été accordés. Les conséquences possibles de cette décharge sur l'habitat du poisson sont encore à l'étude. Bien que la réduction des résidus en farine de poisson règle une série de problèmes écologiques et sociaux associés à la décharge des déchets bruts, elle en a créé d'autres comme le déversement d'eau mêlée de sang durant le transport et l'entreposage à l'usine de farine,

l'émission d'odeurs nauséabondes lors de l'opération de séchage et le déversement directement dans la mer de déchets liquides (liqueur visqueuse) ayant une très haute demande biologique d'oxygène. Ces problèmes sont discutés plus en détails par Tidmarsh *et al* 1986. Les trois usines de farine de la région fonctionnent avec une technologie qui date des années 1960 et sont exploitées à la limite du seuil de rentabilité en raison des coûts énergétiques très élevés. Elles ne sont plus en mesure de payer les usines de transformation de poisson pour leurs résidus. Le sondage auprès des producteurs a permis d'évaluer qu'en moyenne, l'élimination des résidus de poisson coûte 18 $/t aux usines de transformation, ce qui représente un coût global d'environ 1 000 000 $ pour l'industrie. L'enfouissement et la décharge de résidus en mer représentent des coûts de 20-40 $/t. L'élimination des résidus constitue donc aussi un problème économique pour le nord-est du Nouveau-Brunswick.

3. CARACTÉRISTIQUES DES RÉSIDUS DE POISSON

Le Tableau 5 présente la composition de quatre types de résidus de poisson. On y remarque que les résidus de hareng et de sébaste contiennent environ 10 % plus de lipides et 10 % moins d'eau que les résidus de morue et de plie. Le hareng, en période de production de pointe de résidus dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (août-septembre), a une teneur en gras très élevée se rapprochant de la limite supérieure indiquée dans ce tableau. D'autre part, les résidus de sébaste ont la particularité d'avoir une teneur relativement élevée en pigments caroténoïdes.

Le Tableau 6 présente la composition en protéines, acides aminés et minéraux de 6 différents types de suppléments protéiques. La teneur en lysine est importante pour l'alimentation du poulet et du porc, la méthionine pour l'alimentation du poulet et du boeuf et le tryptophane pour le porc. Les résidus de poisson sont particulièrement riches en lysine et en méthionine.

Le Tableau 7 présente la composition de diverses huiles de poisson. La valeur iodine donne une idée de l'insaturation totale de l'huile. Plus l'indice est élevé, plus l'huile est susceptible de s'oxyder rapidement. La matière non saponifiable peut consister en vitamines, stérols or esters. Une huile de qualité n'en contient pas plus de 2,5 %. La teneur en acide gras omega -3 et, particulièrment, en acides eicosapentaenoique (EPA) et docosahexaenoique (DHA) est très élevée dans les huiles de poisson comparativement aux huiles végétables et animales. Ces acides gras sont associés à la prévention des maladies cardiovasculaires. La teneur totale en acides gras à longues chaînes (C20-22) est importante pour l'industrie des produits chimiques qui utilisent les huiles de poisson comme source d'acides gras à longue chaîne.

Tableau 5: Composition de différents types de résidus de poisson

Résidu	Composition (% sur base humide)			
	Humidité	Cendres	Protéines brutes	Lipides
Morue (après filetage)	78,7-85,7	2,1-6,9	11,7-15,4	0,2-0,5
Plie (après filetage)	78,3	4,2	12,3	4,6
Sébaste (après filetage)	69,2-71,0	3,4-6,6	13,2-15,6	8,0-12,7
Hareng (entier)	61,8-74,0	2,0-2,4	15,5-17,9	6,7-19,8

Tableau 6: Composition de l'ensilage et des suppléments protéiques (% sur base de 100 % de matière sèche)

SUPPLÉMENT PROTÉIQUE	PARAMÈTRES								
	Prot. brutes (%)	Lysine (%)	Méthionine (%)	Tryptophane (%)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)
Ensilage brut	56,00	3,60	1,30	N.D.	2,80	2,20	N.D.	N.D.	N.D.
Farine de poisson	69,20	3,79	1,27	0,64	1,39	1,60	0,32	0,40	0,40
Farine de viande	54,10	3,11	0,70	0,32	11,60	5,48	1,09	0,77	1,43
Tourteau de soya	52,30	3,39	0,67	0,64	0,34	0,70	0,30	0,04	2,20
Lactosérum	12,93	1,08	0,16	0,12	1,08	0,77	N.D.	2,15	0,92
Urée	281	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

N.D.: Non déterminé

Tableau 7: Composition de diverses huiles de poisson

Espèce	Hareng	Plie	Sébaste	Capelan	Foie de morue	Foie d'aiguillat	Maquereau	Lançon	Alose tyrau	Anchois
Valeur iodine	110-140	140-150	115-125	96-128	145-180	100-128	144-152	143-153	165	182
Matière non-saponifiable	0,8-2,0	1,0-1,5	1,0-1,9	4-6	1,5	7,6	-	2,4	-	-
EPA, %	4-9	11-12	5-8	4-8	8-10	5	9	9-14	14-19	17
DHA, %	2-6	4-5	3-5	2,7-4,0	7-10	9	9	5-8	5-11	9
Total acides gras Omega-3, %	12-18	19-22	11-14	8-15	18-20	20	24	18-25	25-32	34
Total acides gras C20-22, %	40-55	40-43	46-50	49-58	45-50	54	67	45-48	25-33	35
Source	(a)	(b)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(h)

(a) Ackman, R.G. and C.A Eaton. 1966 (25) 26
(b) Ackman, R.G., and P.J. Ke. 1968. (26) 27
(c) Eaton, C.A., Ackman, R.G., and C.S. Tocher. 1975. (27) 28
(d) Ackman, R.G., and R.D. Burgher. 1964. (28) 29
(e) Canadian Institute of Fisheries Technology (Ackman, R.G.) 1986. (29) 30
(f) Ratnayake, W.N. and R.G. Ackman 1975. (30) 31
(g) Ackman, R.G., and C.A. Eaton. 1971. (31) 3
(h) Ackman, R.G. 1982. (32) 33

4. AUTRES MÉTHODES POSSIBLES D'UTILISATION DES RÉSIDUS

4.1 ALIMENTATION HUMAINE

4.1.1 Poisson déchiqueté, surimi et kamaboko

Techniques

Le poisson entier éviscéré, le filet ou les résidus de filetage sont placés à l'extérieur d'un tambour ayant de petites perforations de 1 à 7 mm. La pression appliquée permet le passage des chairs déchiquetées à l'intérieur du tambour alors que l'os, la peau et les cartilages demeurent à l'extérieur et sont rejetés. La chair peut ensuite être utilisée pour fabriquer le surimi, le kamaboko, des soupes, des sauces, des pâtés, des saucisses, des croquettes et des bâtonnets.

La technique du surimi consiste à laver la chair déchiquetée à l'eau froide en maintenant le pH supérieur à 6. L'eau en excès est enlevée par centrifugation ou à l'aide d'une presse. Les chairs sont hachées à nouveau et, à cette étape, on y ajoute 2,5 à 4 % de sel, ainsi que du sucre, de l'amidon, du glutamate monosodique, des polyphosphates et d'autres produits permettant une agglomération de protéines. La pâte obtenue est ensuite congelée à - 35°C et peut servir à la production de kamaboko.

Le kamaboko désigne la pâte de surimi moulée par extrusion en diverses formes analogues aux produits marins (patte de crabe, queue de crevette, pétoncle, etc.) à laquelle on a ajouté des saveurs et couleurs naturelles ou artificielles.

Limites et contraintes d'utilisation

Le déchiquetage des résidus de poisson comporte des désavantages, dont la rapidité de la dégradation et du développement bactérien, des changements de texture et de couleur et une oxydation plus rapide. Les résidus de poisson de fond très frais se prêtent bien à ce type de transformation, tandis que les poissons pélagiques ne donnent qu'un produit de seconde qualité. Le surimi produit à base de déchets de poisson de fond a une teinte désagréable à cause du sang qui s'y trouve. En raison des frais d'immobilisations élevés qu'exige ce type

d'industrie et des critères d'acceptation du produit sur les marchés (surimi blanc de première qualité), l'industrie du surimi est basée généralement sur des espèces de poisson de fond de faible valeur pour laquelle on réalise une pêche orientée sur de longues périodes.

La fabrication de surimi à partir de poisson pélagique a fait l'objet d'études récentes. La technologie et l'équipement ont été modifiés pour la production de surimi de poisson pélagique à l'échelle pilote au Japon (sardine et maquereau) et aux États-Unis (alose tyran) (Fig. 6). Il est possible avec cette technologie d'obtenir un surimi acceptable, mais le rendement est faible. L'implantation d'une industrie saisonnière de surimi à base de résidus de hareng dans le nord-est du Nouveau-Brunswick est toujours possible, mais de nombreuses recherches seront nécessaires avant de pouvoir évaluer la faisabilité technique et économique d'une telle approche.

4.1.2 Concentrés de protéines de poisson

Les concentrés de protéines de poisson constituent un supplément de protéines pour l'alimentation humaine. Ce sont des produits d'apparence farineuse qui varient en saveur et en couleur selon le type de procédé utilisé. La matière première est broyée et, par la suite, l'eau, l'huile et tous les composés responsables de la couleur et des odeurs sont éliminés par des procédés d'extraction chimique. Les nombreux procédés mis au point varient dans les détails, mais sont basés sur le schéma général suivant:

1° Broyage
2° Extraction par solvants chimiques en plusieurs phases
3° Séparation par centrifugation
4° Distillation pour récupérer les solvants de la phase liquide
5° Séchage de la phase solide
6° Ensachage

En général, les concentrés de protéines de poisson sont fabriqués à partir de poisson frais éviscéré. Il existe deux classes de produit: la classe A regroupe les produits ayant des caractéristiques bien définies (poudre blanchâtre, sans odeur et goût particulier et ayant un pourcentage maximum de gras de 0,75 %); la classe B n'est pas définie en terme d'odeur et

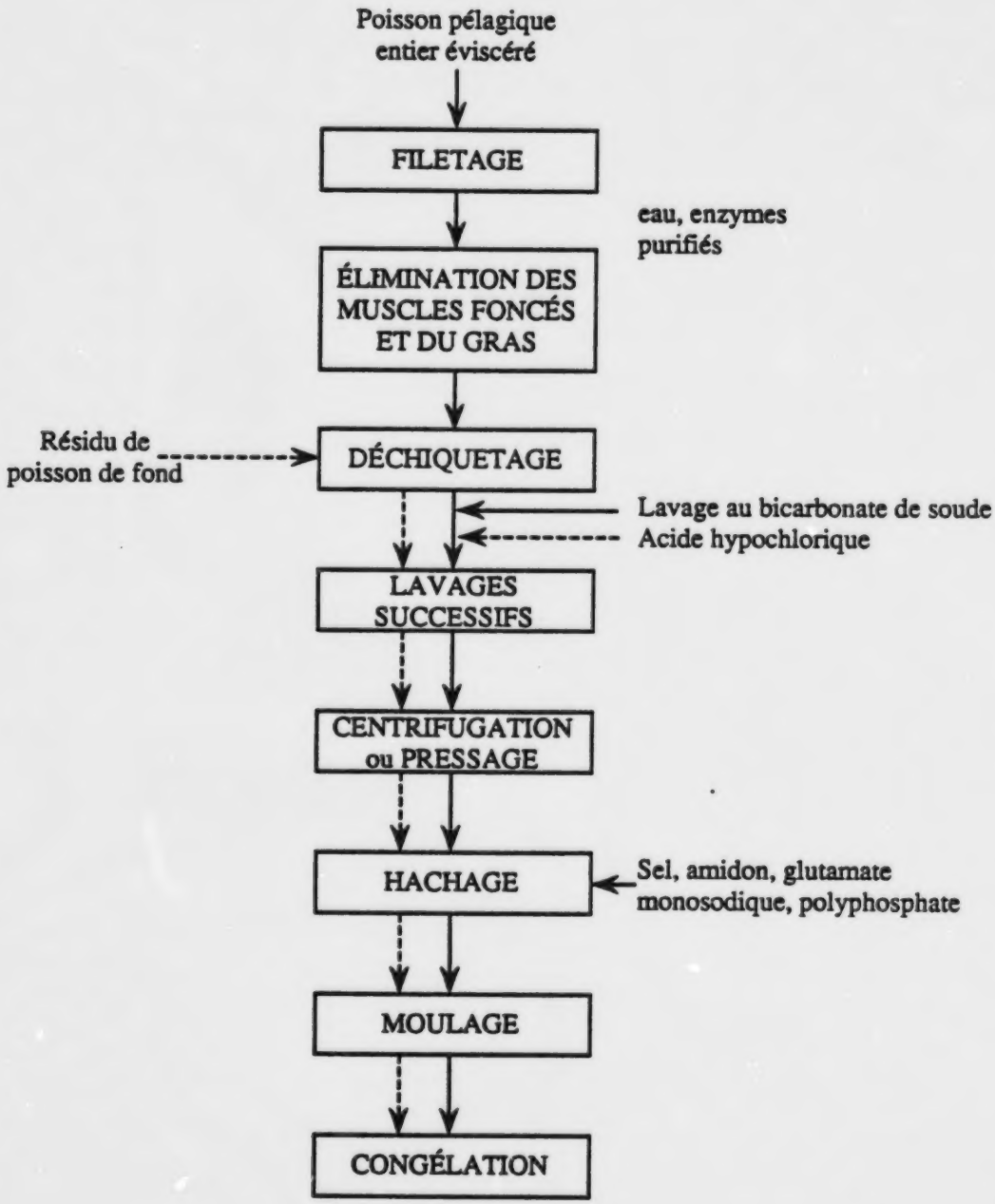


Figure 6. Diagramme d'écoulement de la production de surimi à partir de poissons pélagiques (——) et de poissons de fond (----)

de saveur, mais a nettement un goût de poisson et une teneur plus élevée en gras (mais inférieure à 3 %).

Limites et contraintes d'utilisation

La production de concentrés de protéines de poisson requiert un équipement hautement perfectionné, une main-d'oeuvre spécialement formée et des capitaux élevés. Ce type de transformation génère peu d'odeurs sauf dans le cas des poissons gras où une cuisson est requise au début du procédé (Fig. 7). Ce produit a d'abord été mis au point pour une application dans les pays en voie de développement. Il n'existe pas de marché nord-américain bien développé pour ce substitut des farines végétales.

4.1.3 Huiles de poisson comestibles

Dans le monde, la plus grande utilisation faite de l'huile de poisson est dans la fabrication de produits comestibles comme la margarine. A ce titre, elle entre en compétition avec les huiles végétales et coûte moins cher à l'achat. Les huiles de poisson sont actuellement obtenues de l'industrie de la réduction du poisson en farine. Le raffinage de l'huile obtenue se fait généralement en cinq étapes:

1° Raffinage primaire pour éliminer les acides gras libres
2° Blanchissage pour éliminer les matières colorées
3° Hydrogénation sous pression
4° Raffinage final pour stabiliser la saveur
5° Désodorisation par distillation à la vapeur sous vide

Seules les huiles contenant moins de 3 % d'acides gras libres, moins de 2,5 % de matières non saponifiables et moins de 1 % d'humidité sont comestibles par l'homme.

D'autre part, les huiles de foie de poisson peuvent être extraites de plusieurs façons. La technique la plus commune consiste à broyer les foies, puis à les faire cuire à 90 - 95°C. L'huile est ensuite séparée par centrifugation. D'autres procédés utilisent la congélation et le pressage, ou la déshydratation chimique. Ces procédés nécessitent cependant la

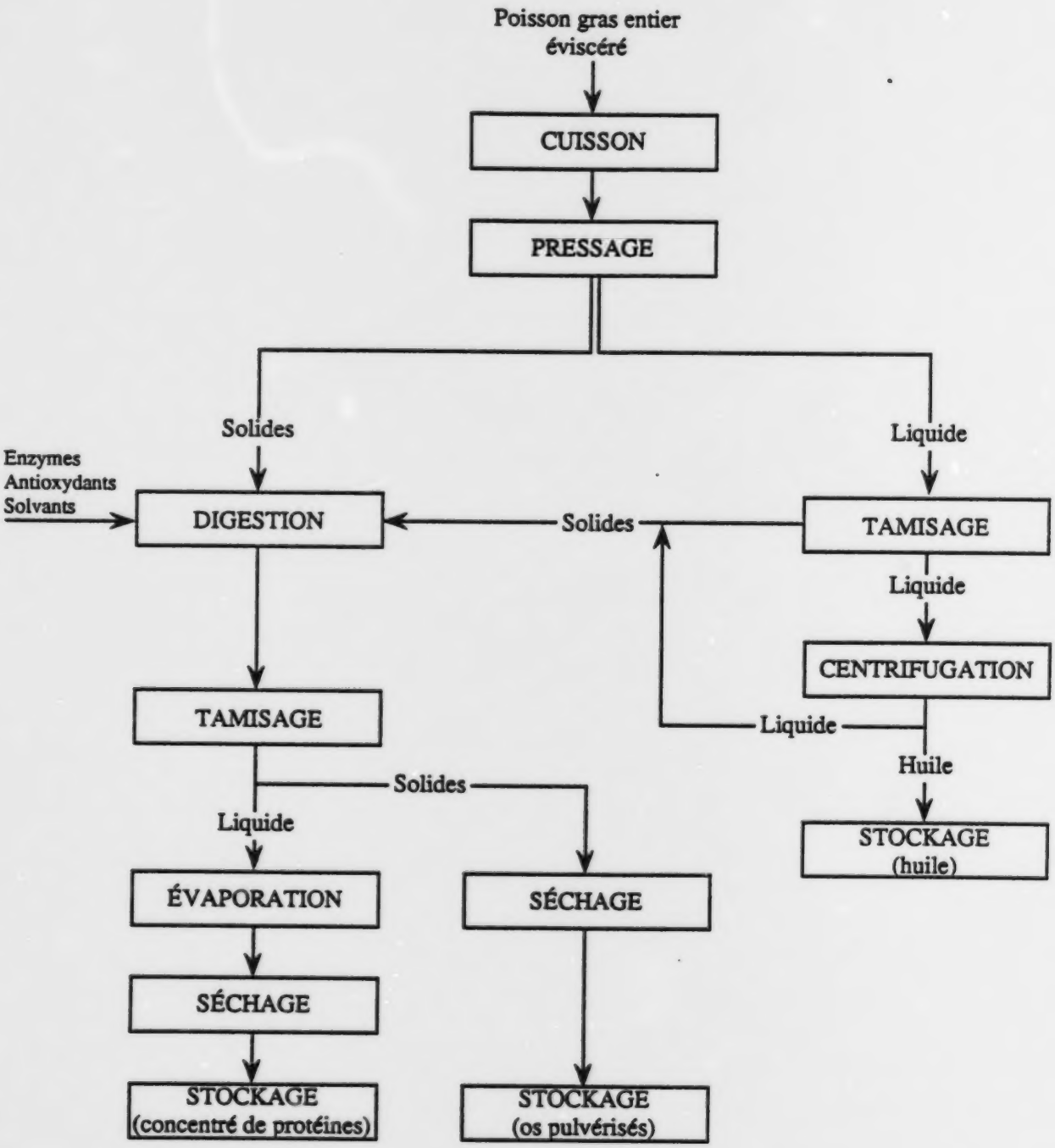


Figure 7. Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés de protéines de poisson à partir de poisson gras

pasteurisation du produit. L'huile de foie comestible (de catégorie 1) est produite à partir de foies frais lavés à l'eau froide et exempts de saletés, de sang et d'autres viscères. Elle a une couleur paille et une haute teneur en vitamine A. Les huiles de seconde catégorie sont utilisées en alimentation animale; celles de troisième catégorie entrent dans la fabrication des peintures et autres produits.

Depuis quelques années, on commercialise en Europe et aux États-Unis des concentrés d'acides gras omega-3 fabriqués à partir d'huile de poisson. Plusieurs techniques de raffinage de l'huile sont utilisées:

- Fractionnement par refroidissement
- Complexage avec l'urée
- Distillation moléculaire
- Extraction supercritique
- Chromatographie en phase gazeuse

La plus intéressante est actuellement la deuxième, décrite plus en détails à la Fig. 8. L'huile est réduite en acides gras en utilisant du KOH ou NaOH alcoolique. Ces acides gras forment ensuite un complexe avec une solution d'urée. Cette solution est refroidie à basse température afin de faire crystalliser les acides gras saturés et les monoglycérides présents. Ceux-ci sont ensuite enlevés par filtration. Le complexe est ensuite brisé par acidification et les acides gras polyinsaturés sont récupérés par extraction à l'aide de solvants et nettoyés par distillation.

Limitations et contraintes d'utilisation

La commercialisation de l'huile de poisson ordinaire pour consommation humaine aux États-Unis est actuellement interdite. Au Canada, l'industrie de l'huile comestible utilisait beaucoup d'huile de poisson dans les années 1960, mais a délaissé cette source avec la diminution des stocks au cours des années 1970. Depuis 1983, les huiles de poisson ne sont plus utilisées par cette industrie. De plus, un nouveau règlement sur les aliments et drogues limite l'utilisation de l'huile de poisson dans les produits comestibles. Cette réglementation limite par exemple l'emploi de l'huile de hareng à 15 - 20 % du volume d'huile des produits

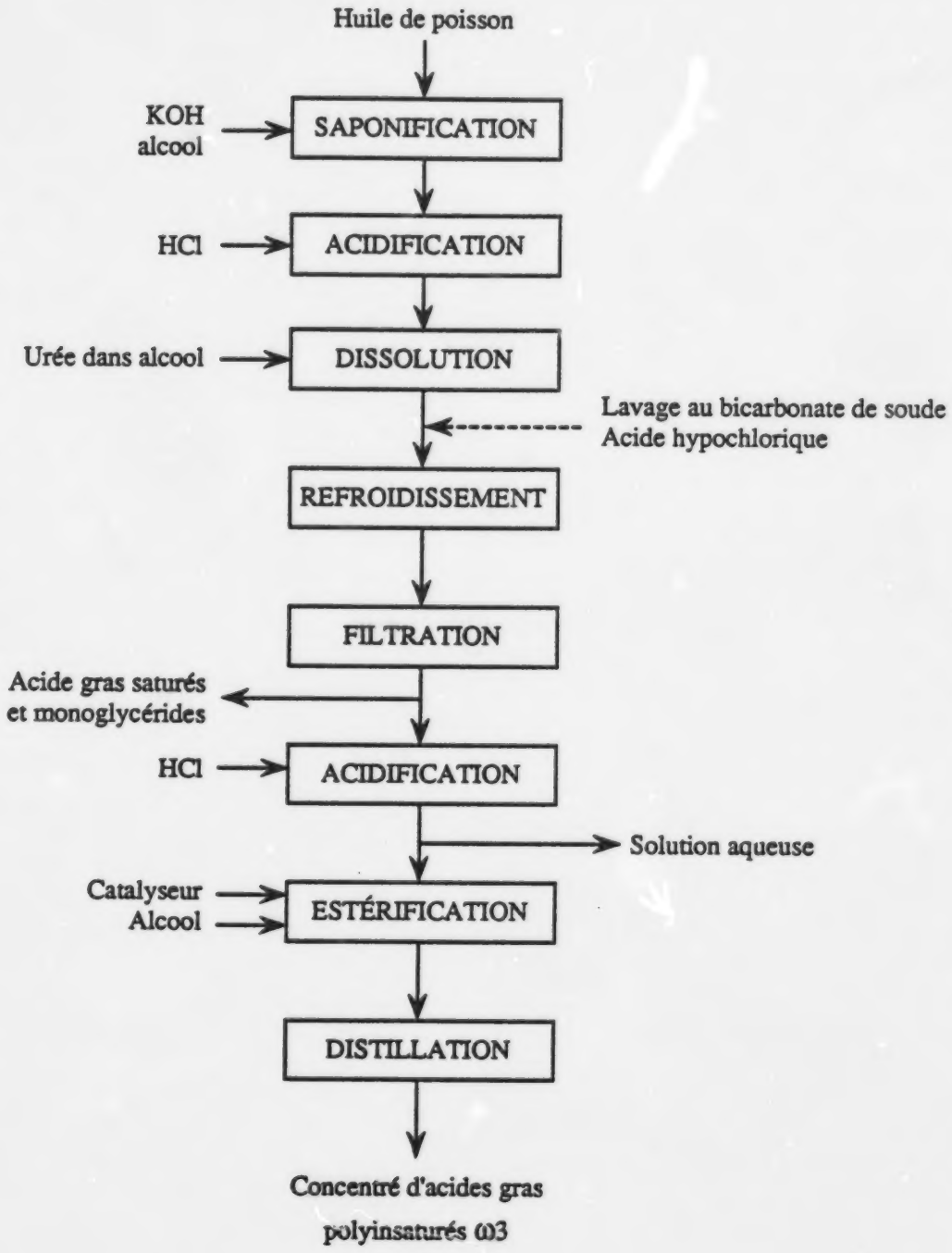


Figure 8. Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés d'huile omega -3

comestibles. En Europe, les huiles de poisson sont par contre utilisées à grande échelle dans la production de margarine.

Les principales espèces utilisées pour la production d'huile de foie sont la morue, la goberge et l'aiglefin. Dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, ces espèces sont éviscérées en mer avant le débarquement et leur foie ne fait donc pas partie des résidus produits dans la région. La production d'huile de foie requiert des installations spéciales et d'importantes dépenses en immobilisations.

La production de concentrés d'acides gras omega-3 est en pleine expansion aux États-Unis et en Europe, où leur commercialisation est permise. Au Canada, ce type de produit n'a pas encore reçu l'approbation du Gouvernement. Cependant, le potentiel de l'huile de hareng pour la production de ce produit est excellent.

4.2 ALIMENTATION ANIMALE

4.2.1 Résidus broyés-congelés

Les industries de l'élevage des animaux à fourrure et de l'alimentation des animaux domestiques, ainsi que les aquariums, s'approvisionnent en protéines de poisson en grande partie sous la forme de résidus broyés-congelés. Le prix payé par ces utilisateurs (FAB usine de congélation) se situe entre 140 et 150 $ la tonne. Seuls les résidus de poisson maigres (principalement la morue) sont utilisés parce que les utilisateurs craignent le rancissement du produit pendant l'entreposage.

Le marché potentiel le plus important est représenté par l'industrie des aliments en conserve pour chiens et chats; cette industrie est concentrée en Ontario. Ce secteur consommait environ 11 500 t.m. de résidus de poisson broyés-congelés en 1987; 70 % de ce total provenait des États-Unis. Cette industrie recherche du broyé-congelé à chair blanche. D'autre part, les producteurs d'aliments secs utilisent surtout la farine de poisson.

L'alimentation des visons est principalement sous forme humide et la proportion de résidus de poisson broyés-congelés peut représenter en moyenne 30 % de la diète. Le marché potentiel pour ce produit sont les visonnières de l'Ontario, du Québec et des Maritimes. On estime qu'en 1987, les visonnières du Québec et de l'Ontario ont consommé 3 500 t de broyé-congelé.

L'alimentation du renard est principalement sous forme sèche et la proportion de résidus de poisson broyés-congelés est faible.

4.2.2 Farine de poisson

Techniques

Le procédé de base de la fabrication de farine a très peu changé au cours des dernières années (Fig. 9). Il consiste d'abord à broyer les résidus, puis à les cuire afin de favoriser la séparation ultérieure des huiles et de l'eau des solides. Le produit est ensuite pressé et les

RÉDUCTION EN FARINE ET HUILE DE POISSON

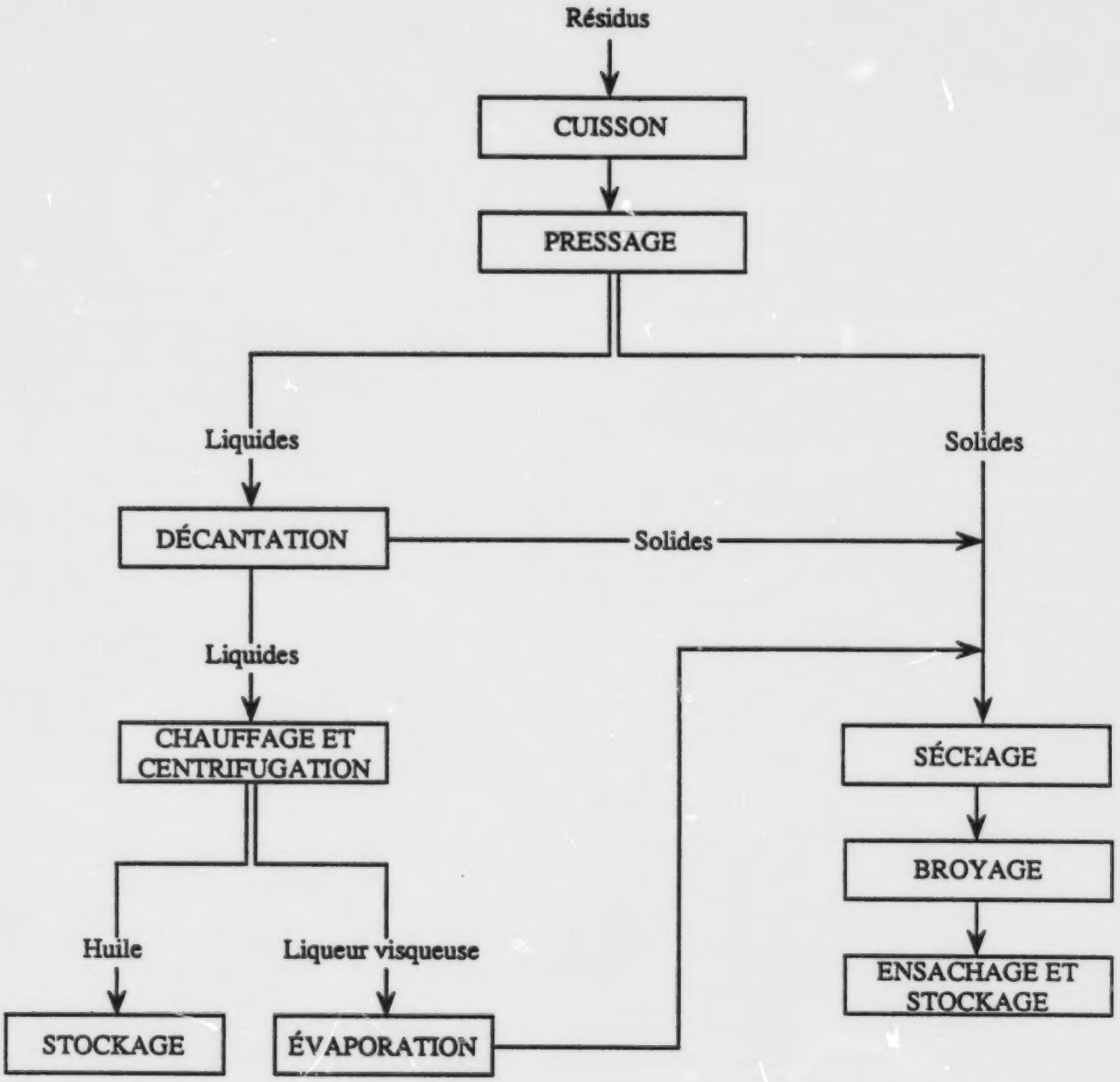


Figure 9. Diagramme d'écoulement pour la production de farine et d'huile de poisson

solides sont acheminés vers un séchoir alors que les liquides sont accumulés dans un décanteur centrifuge dans lequel les huiles sont récupérées. Les solides sont déshydratés puis broyés en fines particules avant d'être emballés.

Les cuiseurs de la matière première dans les nouvelles installations sont du type indirect afin de préserver l'énergie. La liqueur visqueuse qui constitue le résidu de la séparation des huiles contient de la matière organique soluble qui doit être récupérée. Cette récupération se fait à l'aide d'un évaporateur; le concentré de liqueur visqueuse est ajouté aux solides avant le séchage. Traditionnellement, les séchoirs utilisés étaient du type direct, avec injection des gaz de combustion directement dans la matière à sécher. De plus en plus, on favorise l'utilisation de séchoirs indirects à cause de l'économie d'énergie et de la réduction des odeurs. Dans les usines utilisant toujours les séchoirs directs, des filtres ont été installés pour réduire les émissions d'odeurs. Ces filtres utilisent l'hypochlorite de sodium et d'autres solutions pour réduire les odeurs des gaz provenant du séchoir.

Actuellement, deux des trois usines de farine du nord-est du Nouveau-Brunswick utilisent des séchoirs à chauffage direct. Les trois usines sont munies d'un évaporateur de la liqueur visqueuse.

Utilisation de la farine

Avant 1930, les farines de poisson étaient principalement utilisées comme fertilisants. Maintenant, leur principale utilisation est en alimentation animale. Elles constituent un important supplément protéique pour les porcs et les poulets et entrent dans la fabrication de moulées pour les animaux à fourrure, les animaux domestiques et les poissons. Elle n'est pas utilisée par l'industrie laitière afin d'éviter toute saveur de poisson dans le lait. Le prix des farines de poisson sur le marché dépend en grande partie du prix courant du tourteau de soja, qui domine actuellement le marché des suppléments protéiques pour animaux. La Fig. 10 présente l'évolution des prix de ces deux denrées depuis 1980. On y remarque que l'évolution à moyen terme des prix est parallèle pour les deux et que les prix n'ont pas augmenté significativement de 1980 à 1987. Par contre, depuis 1987, une tendance marquée à la hausse semble se dessiner. A court terme, le prix de la farine de poisson montre de fortes fluctuations annuelles avec un maximum en hiver et un minimum au milieu de l'été.

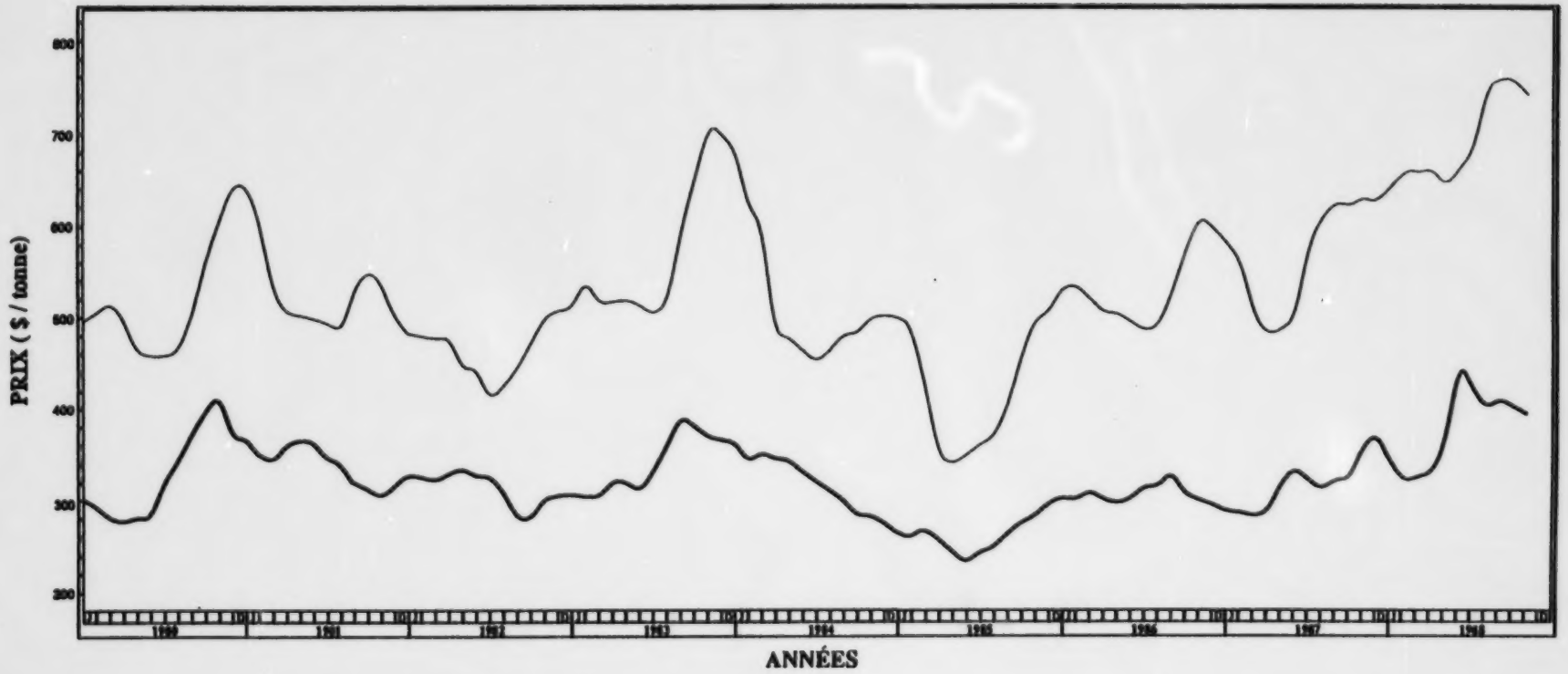


Figure 10. Évolution des prix (Montréal) de la farine de poisson (——) et de la farine de soya (——)

Les proportions minimales de farine de poisson dans les moulées sont de l'ordre de 30 kg par tonne de moulée pour les volailles et 40 kg par tonne de moulée pour les porcelets. La farine de poisson représente généralement une proportion importante de la ration alimentaire des poissons. Pour les truites, les moulées de départ peuvent contenir 46 % de farine de poisson et les moulées de croissance, 27 %. L'industrie des aliments secs pour animaux domestiques utilise aussi de grandes quantités de farine de poisson. En 1986, l'ensemble de l'industrie de la préparation de moulées pour les animaux au Canada a utilisé 38 846 t de farine de poisson.

Limitations et contraintes d'utilisation

La production de farine de poisson est une entreprise nécessitant beaucoup de capitaux. Les usines sont complexes à planifier, à construire et à exploiter et les coûts énergétiques sont élevés. Les usines en place dans le nord-est du Nouveau-Brunswick sont désuètes et très coûteuses à faire fonctionner et sont responsables de problèmes environnementaux à cause de l'émission d'odeurs et de liquides polluants. Plusieurs développements technologiques ont cependant considérablement diminué les coûts de production et les problèmes de pollution.

4.2.3 Résidus ensilés

Techniques

L'ensilage des résidus de poisson est une technique relativement nouvelle en Amérique du Nord mais qui a des applications commerciales depuis plus de 30 ans dans les pays scandinaves. Il s'agit d'abord et avant tout d'une méthode de conservation des résidus par abaissement du pH. Cet abaissement empêche la prolifération des microorganismes responsables de la putréfaction sans nuire à l'action des enzymes protéolytiques naturellement présents dans le poisson et qui ont comme effet de liquifier les résidus de poisson.

Le procédé (Fig. 11) débute par le broyage des résidus. On y mélange ensuite de l'acide afin d'abaisser le pH. Il s'ensuit une liquéfaction. Au besoin, l'inactivation des enzymes peut ensuite être faite par chauffage à 85°C (pasteurisation). Cet ensilage brut peut ensuite faire l'objet d'une séparation des huiles et d'une concentration par évaporation pour

ENSILAGE ACIDE

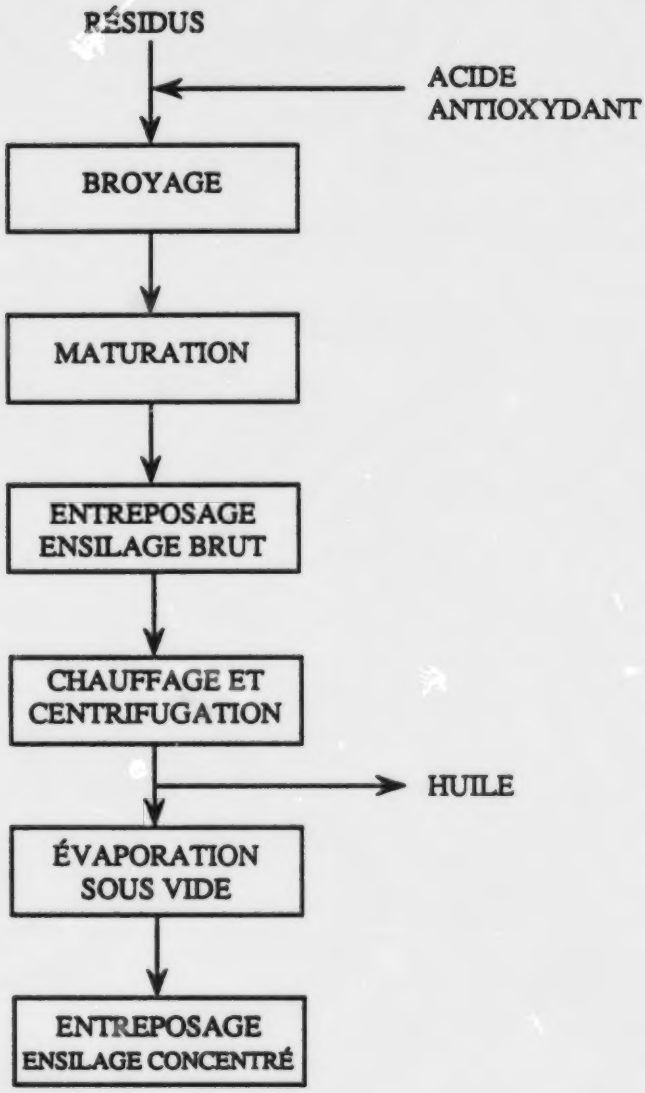


Figure 11. Diagramme d'écoulement pour la production et le raffinage d'ensilage acide

réduire le taux d'humidité. L'ensilage brut contient de 70 à 80 % d'eau, comme la matière première. La concentration par évaporation généralement faite amène ce pourcentage à 50 %.

Utilisation des résidus ensilés

Le principal débouché des résidus ensilés en Europe est l'alimentation animale, sous forme de supplément protéique. Pour les animaux à fourrure, la quantité d'ensilage brut utilisée dans les rations humides est généralement limitée à 10 % parce que le renard et le vison sont sensibles aux régimes à faible pH. Les ensilages à forte teneur en huile (ensilage brut de hareng par exemple) conviennent aux animaux à fourrure, puisque l'absorption d'huiles marines accroît la qualité de la fourrure.

L'ensilage constitue une bonne source de protéines pour les porcs. Cependant, on recommande que la teneur en lipides n'excède pas 1,0 % (base humide) et qu'on cesse d'ajouter l'ensilage à leur régime au moins 30 jours avant l'abattage afin de s'assurer que la viande ne garde aucune saveur indésirable.

Le potentiel de l'ensilage pour l'industrie avicole est actuellement faible parce que cette industrie utilise des sytèmes d'alimentation conçus uniquement pour la nourriture sèche. L'ensilage pourrait aussi être substitué aux résidus broyés et congelés dans les aliments en conserve pour animaux domestiques si son prix était compétitif.

L'ensilage brut, riche en huile, constitue une excellente source de protéines et de lipides dans la fabrication de moulée humide pour les salmonidés. Avec le développement rapide de l'industrie salmonicole dans l'est du Canada, ce débouché devient de plus en plus important. En effet, l'ensilage brut pourrait constituer 50 % de la diète des saumons et des truites.

Limitations et contraintes d'utilisation

L'ensilage de résidus de poisson est une approche peu coûteuse, au niveau des coûts d'immobilisations et d'exploitation. La technologie est simple et ne demande pas de main-d'oeuvre spécialisée. Par contre, les coûts de transport des produits sont élevés et les marchés sont actuellement peu développés. Cette technologie ne crée pratiquement pas de résidus solides, liquides ou gazeux et est donc non polluante.

4.2.4. Fermentation à l'acide lactique

La fermentation à l'acide lactique est similaire à l'ensilage acide. Dans ce cas-ci, la baisse du pH et la liquéfaction des résidus sont assurées par l'ajout d'une culture de ferment lactique et de sucre. Le ferment lactique transforme les sucres en acide. La saveur du produit obtenu est supérieure à celle de l'ensilage acide et parce qu'il est moins acide, le produit pourrait être utilisé dans une plus grande proportion dans l'alimentation des animaux à fourrure. Le procédé est cependant plus coûteux en raison du coût relativement élevé du sucre devant être ajouté. Bien que ce procédé ait fait l'objet de plusieurs brevets et de nombreuses applications, il n'a pas connu de succès commercial en Europe ni en Amérique du Nord.

4.2.5 Concentrés d'hydrolysats de résidus

Techniques

La technique d'hydrolyse des résidus est similaire à celle de l'ensilage (Fig.12). Dans ce cas-ci, la liquifaction des résidus est réalisée en utilisant des enzymes purifiés d'origine végétale. Les résidus solides sont séparés par tamisage. La fraction liquide est pasteurisée et, dans le cas où des poissons gras sont utilisés, les huiles sont récupérées par centrifugation. Le produit est concentré par évaporation sous vide, puis séché par pulvérisation. Il existe plusieurs variations de ce procédé.

Limitations et contraintes d'utilisation

Le procédé en est encore au stade de développement et la technique commerciale la plus économique n'est pas encore bien définie. Actuellement, les procédés sont coûteux et exigent du personnel spécialisé. Au niveau de l'alimentation animale, les protéines du lait peuvent être remplacées jusqu'à 60 % par des hydrolysats de poisson et il semble que cette solution pourrait être économique pour l'aviculture et l'élevage des animaux à fourrure.

CONCENTRÉS D'HYDROLYSATS DE POISSON

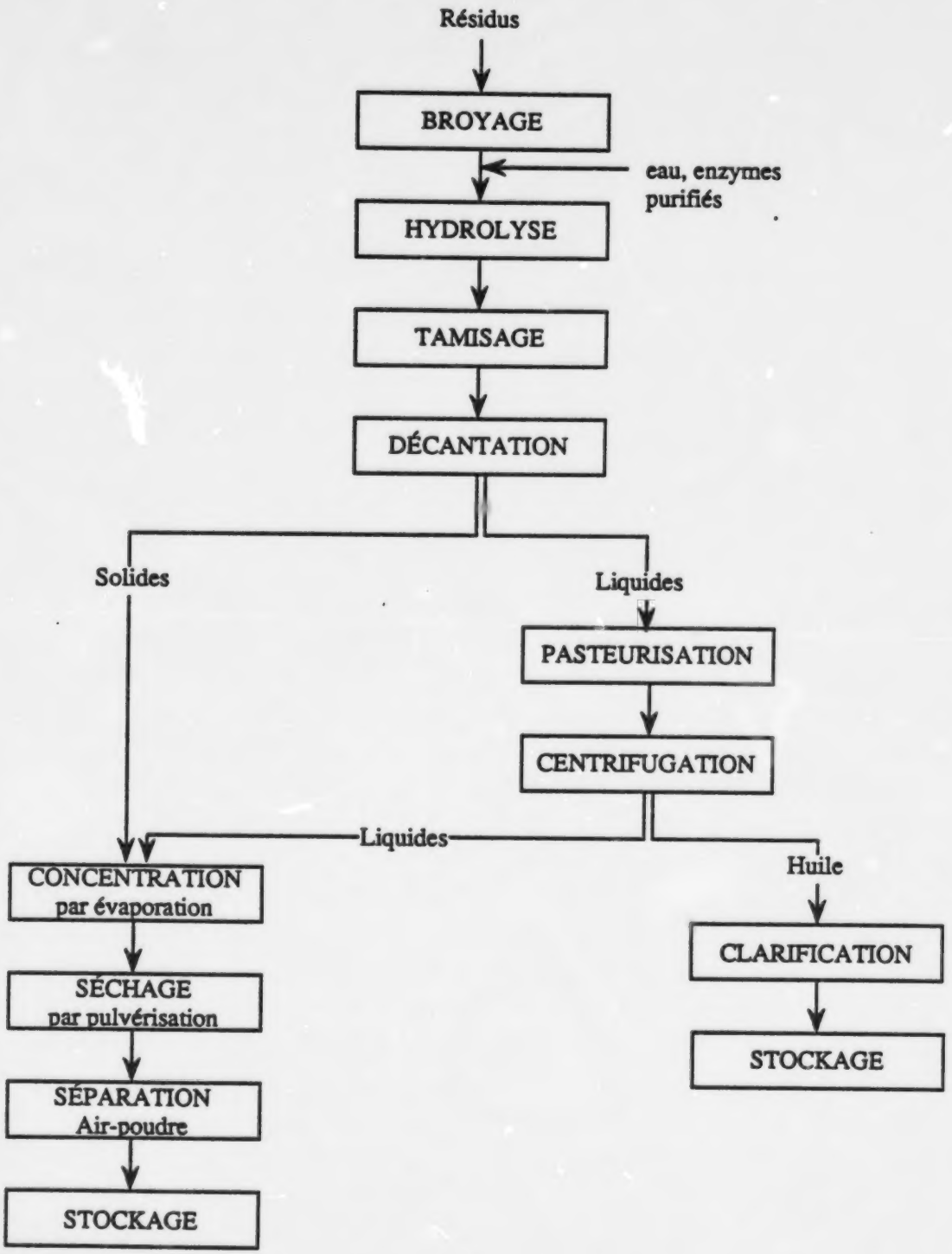


Figure 12. Diagramme d'écoulement pour la production de concentrés d'hydrolysats de poisson

4.2.6 Huiles de poisson

L'huile de poisson, sous-produit de la réduction en farine, de l'ensilage et de l'hydrolyse des résidus, est actuellement peu utilisée dans l'industrie de l'alimentation animale. Son utilisation dans ce domaine nécessite un raffinage (voir section 4.1.3) relativement coûteux par rapport à celui des huiles végétales. Le plus grand marché potentiel dans ce secteur est l'élevage des salmonidés (truites et saumons) qui doivent absolument être nourris avec une diète à teneur élevée en acides gras polyinsaturés. Ce type de lipide est présent en plus grandes quantités dans les huiles de poisson que dans les huiles végétales. Les moulées pour salmonidés contiennent typiquement 6 - 10 % d'huile de poisson; l'huile de hareng est préférée aux autres types en raison de sa composition particulière. L'élevage des salmonidés est actuellement en pleine expansion dans l'est du Canada et sur la côte du Pacifique, et la demande pour l'huile de hareng augmentera considérablement au cours des prochaines années.

4.3 UTILISATIONS EN AGRICULTURE/HORTICULTURE

4.3.1 Application directe sur les terres agricoles

L'application directe de résidus de poisson sur les terres agricoles est une technique utilisée depuis des générations dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Cette technique a été largement délaissée avec la diminution des terres exploitées à proximité des usines de transformation et les problèmes d'odeurs qu'elle occasionne pour les résidences situées à proximité des terres d'épandage. Puisque les fertilisants sont généralement appliqués au printemps avant la saison de croissance et que la période de pointe de production de résidus dans la région se situe à la fin de l'été, cette approche ne peut résoudre le problème d'élimination des résidus dans la région. De plus, l'épandage de résidus à teneur élevée en huile occasionne d'importants problèmes de compactage du sol.

4.3.2 Émulsions de poisson

Techniques

Les émulsions de poisson vendues comme fertilisants en Amérique du Nord regroupent essentiellement deux types de produits. Le premier connu sous le nom anglais de "fish soluble nutrients" est un sous-produit de la fabrication de farine de poisson, et constitue un concentré de la liqueur visqueuse obtenue après le pressage et l'élimination des huiles. La composition de ce type de produit est très variable, leur rapport N:P:K dépasse généralement 5:1:1.

Le deuxième type d'émulsion de poisson disponible provient de l'ensilage acide décrit à la section précédente. L'ensilage concentré a un rapport N:P:K d'environ 5:1:1.

Utilisation

L'utilisation des émulsions de poisson est peu répandue au Canada. Une seule compagnie produit pour le marché des centres de jardins une émulsion à base d'ensilage à

laquelle sont ajoutés des fertilisants chimiques. Leur utilisation est beaucoup plus répandue aux États-Unis, mais aucune information sur les volumes commercialisés n'est disponible.

L'utilisation de l'ensilage pour l'arrosage sur les terres agricoles a fait l'objet de plusieurs recherches et les résultats sont très encourageants. Cependant, la teneur en huile de l'ensilage doit être faible parce que l'huile a pour effet d'augmenter le compactage du sol.

4.3.3 Résidus compostés

Techniques

Le compostage est une méthode de traitement qui consiste à décomposer biologiquement la fraction organique des déchets solides dans des conditions aérobiques contrôlées. Ce procédé peut être appliqué à un grand nombre de déchets solides et se prête particulièrement bien à des déchets homogènes et à forte teneur en matière organique comme les résidus de poisson.

La technique de base (Fig. 13) consiste à mélanger les résidus avec un matériel riche en hydrates de carbone et à assurer une ventilation de ce mélange. Les bactéries aérobies et les champignons digèrent les matières organiques pendant la phase de fermentation. Une phase de stabilisation permet d'obtenir un produit stable.

Le compost de résidus de poisson de bonne qualité est inodore et exempt de mauvaises herbes. Il est utilisé pour ses propriétés fertilisantes et, surtout, comme amendement de sols, pour augmenter la teneur en matière organique, et améliorer leur texture et leur capacité de rétention d'eau et d'absorption des fertilisants.

Limitations et contraintes d'utilisation

Le compostage est un procédé simple qui demande peu d'immobilisations. Les coûts énergétiques sont peu élevés. Le produit est relativement nouveau et doit concurrencer des produits mieux connus comme les fumiers et les mélanges de tourbe. La tourbe de sphaigne, très abondante dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, constitue une source d'hydrates de

COMPOSTAGE

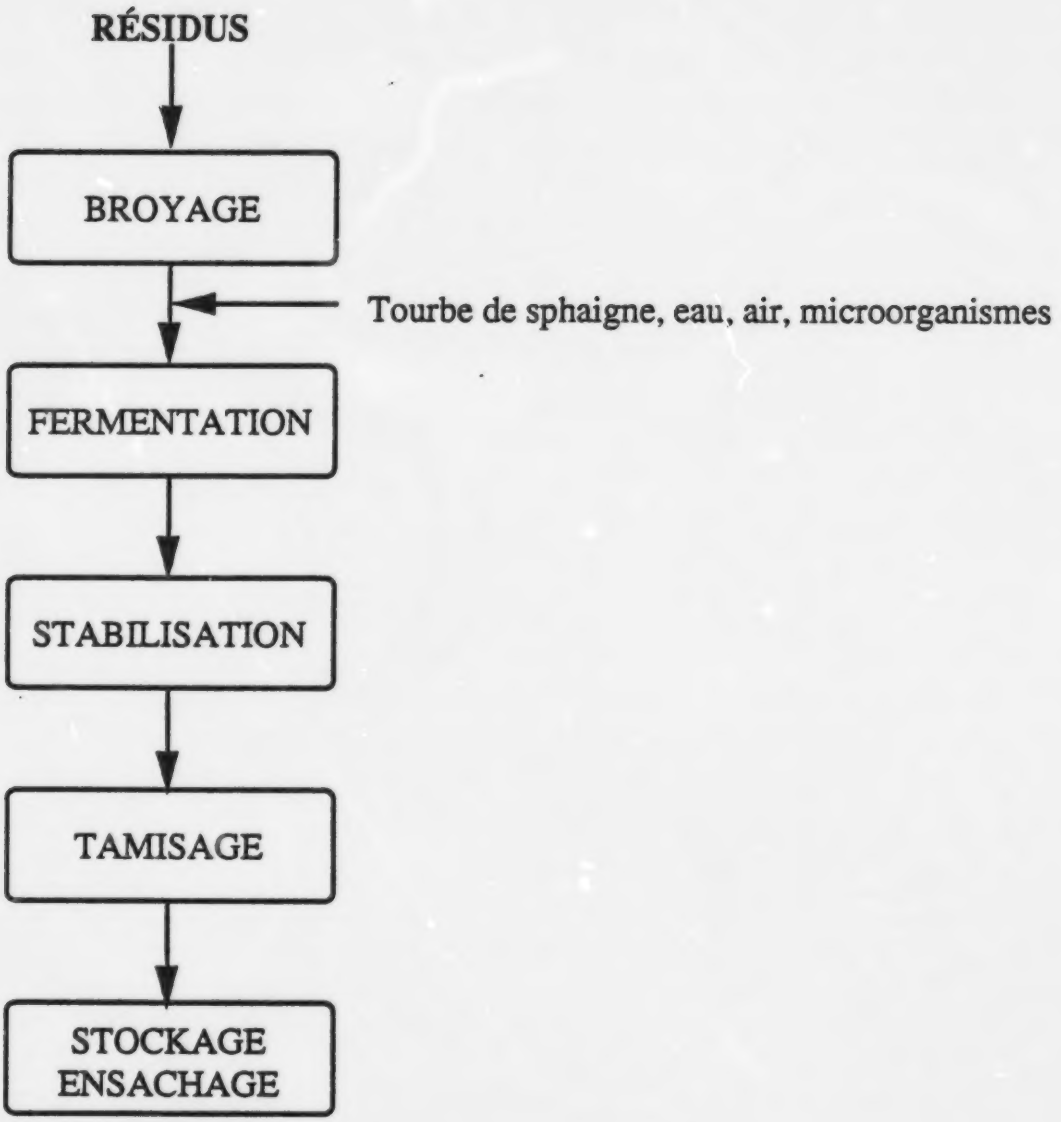


Figure 13. Diagramme d'écoulement pour la production de compost de poisson

carbone idéale pour le compostage des résidus de poisson. Les coûts élevés de transport du produit limite son marché à environ 300 kilomètres du lieu de production.

4.4 AUTRES UTILISATIONS

4.4.1 Essence de perle

L'essence de perle est une solution de cristaux de guanine extraite des écailles de poisson (hareng et saumon). Elle est ajoutée à des laques et plastiques afin d'obtenir un fini nacré. Différents procédés de fabrication existent dont les trois suivants:

- Les écailles sont placées dans un réservoir avec agitateur contenant un minimum d'eau. La centrifugation subséquente provoque la sédimentation d'une portion lustrée. Les cristaux de guanine ainsi obtenus sont préparés en solution aqueuse ou autre.

- Les écailles sont suspendues dans la gazoline afin de les séparer des protéines et de l'eau. L'essence de perle surnageante est récoltée et filtrée pour obtenir des cristaux de guanine. Le processus de lavage peut être répété plusieurs fois pour augmenter le rendement.

- Un autre procédé consiste à traiter les écailles de poisson avec des enzymes protéolytiques afin de dissoudre les fragments de peau. Des solvants organiques sont ajoutés en cours de digestion et l'essence de perle est recueillie à la surface et filtrée.

L'essence de perle naturelle est surtout utilisée par l'industrie des cosmétiques. De nombreux substituts synthétiques sont aujourd'hui très compétitifs au niveau des autres utilisations industrielles.

4.4.2 Colle de poisson

La colle peut être produite à partir de têtes de poisson ou de la peau. La matière première est d'abord lavée à l'eau fraîche afin d'enlever le sel et les impuretés. Du soda caustique est ajouté puis neutralisé par de l'acide hypochlorique. Un deuxième lavage est effectué et le matériel est ensuite chauffé à la vapeur. Pendant cette phase, la colle liquide est recueillie à la base du réservoir et transférée dans un évaporateur. L'évaporation se poursuit jusqu'à ce que la colle ait atteint la viscosité désirée. Avant l'emballage, des préservatifs et désodorisants sont ajoutés. Autrefois importante, l'utilisation de résidus de poisson pour la production de colle est maintenant peu répandue. Ce phénomène est attribuable à l'apparition de nouveaux types d'adhésifs et de la difficulté d'approvisionnement régulier en matière première.

4.4.3 Cuir

La peau de morue, d'aiglefin et de goberge peut être utilisée pour la production de cuir. La peau est soumise à un procédé de déshydratation par séchage ou salage. Elle est ensuite lavée pour la rendre plus souple, écaillée et soumise à un traitement à la chaux appliquée en cycles successifs. Les fibres cutanées sont hydrolysées par un enzyme protéolytique, puis les peaux sont tannées. On y applique des huiles et le cuir est séché. La finition inclut la coloration. Cette industrie n'est pas économiquement importante étant donné la grande disponibilité de cuir animal sur le marché.

4.4.4 Huiles

Les huiles de poisson sont utilisées par l'industrie du tannage du cuir; elles constituent un des principaux ingrédients utilisés dans les mélanges. Le principal marché est situé dans le nord-est des États-Unis. L'envergure de ce marché a diminué au cours des dernières années en raison de la compétition provenant des pays asiatiques et parce que les huiles végétales sont de plus en plus utilisées.

Plusieurs produits chimiques dérivés des huiles de poisson sont utilisés dans l'industrie. Les plus courants sont utilisés comme lubrifiants, inhibiteurs de corrosion, agents de flottaison, et additifs dans les textiles, papiers et asphaltes. Selon McClare (1980), seulement 0,8 % de ces produits sont dérivés de l'huile de poisson aux États-Unis. En dépit de ce faible pourcentage, les huiles de poisson ont une composition unique qui les rendent particulièrement recherchées pour certains usages. Par exemple, elles sont utilisées comme agent de démoulage dans l'industrie du plastique et dans la formulation de cire. Elles constituent un excellent hydrofuge. Dans l'industrie des cosmétiques, les dérivés d'huiles de poisson pourraient devenir un substitut peu dispendieux pour l'huile de jojoba dans certaines applications.

L'huile de poisson est couramment utilisée dans le domaine des peintures et vernis au même titre que l'huile de lin. L'huile de poisson est cependant désavantagée par rapport à l'huile de lin parce qu'elle nécessite un traitement supplémentaire avant son utilisation.

Enfin, l'huile de poisson peut être utilisée comme combustible. Certaines usines de traitement dans l'est du Canada ont par le passé préféré brûler leur huile plutôt que de la vendre sur un marché déprimé. Depuis la baisse des prix des produits pétroliers, cette pratique est moins courante. L'huile peut être utilisée en remplacement du mazout "Bunker C", sans équipement spécial; elle brûle proprement et ne cause pas d'odeur ni d'autres problèmes environnementaux.

4.4.5 Produits pharmaceutiques

L'insuline peut être extraite des viscères de plusieurs poissons (thon, morue, limande à queue jaune, saumon et autres). Le procédé débute par le broyage des viscères en présence d'acide picrique. Le tout est transféré dans une solution d'acide picrique saturée. De l'acétone est rajouté afin de séparer les picrates d'insuline. Par addition d'une solution d'acide hydrochlorique et d'alcool, il y a production d'insuline hydrochlorique. Le raffinage est effectué par précipitation en milieu alcalin. Le rendement de cette technique est faible, mais certaines industries ont mis au point des méthodes plus efficaces pour lesquelles l'information demeure confidentielle.

La fraîcheur de la matière première est primordiale. L'extraction doit être effectuée dans moins de 4 heures afin de minimiser les pertes de rendement. Dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, les poissons de fond sont éviscérés avant le débarquement et les viscères ne se retrouvent donc pas dans les résidus produits par les usines.

4.4.6 Biogaz

Les biogaz sont obtenus par la méthanisation des résidus de l'industrie agroalimentaire (résidus de pommes de terre, fumiers, résidus de fromagerie). La méthanisation consiste en une digestion anaérobie (en absence d'oxygène) réalisée par l'ajout de bactéries méthanisantes dans des digesteurs à haut rendement. La matière première utilisée doit être sous une forme oxydée par les bactéries acidophyles (ensilage) et être caractérisée par des structures simples comme les acides gras et les acides aminés. Les produits obtenus de la méthanisation sont le méthane, qui peut être utilisé comme combustible, et l'effluent liquide riche en matière organique et en minéraux utilisable comme fertilisant. Le lit de boue méthanisante extrait du digesteur en période d'entretien peut aussi être utilisé comme fertilisant.

La méthanisation de résidus de l'industrie agroalimentaire est un procédé utilisé à l'échelle industrielle. Par exemple, McCain Foods Ltd. utilise ce procédé pour traiter les résidus de pomme de terre à son usine de Florenceville, au Nouveau-Brunswick. Par contre, il n'existe actuellement aucune installation industrielle de méthanisation utilisant des résidus de poisson au Canada. En raison de la baisse des prix des produits pétroliers, l'économie d'énergie ne justifie pas à elle seule le coût associé à l'installation et l'utilisation de digesteurs anaérobiques. De plus, le procédé précis applicable à la transformation de résidus à haute teneur en lipides, comme le hareng, n'a pas fait l'objet d'études poussées.

5. SOLUTIONS POSSIBLES POUR L'UTILISATION DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK

5.1 Analyse des aspects techniques

Le problème de l'élimination des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick est d'abord et avant-tout relié à la production de la rave de hareng à la fin de l'été. Cette activité produit une très grande quantité de résidus en une très courte période et les utilisateurs traditionnels sont incapables d'absorber le débit très élevé de résidus à la sortie des usines.

La solution pour l'utilisation des résidus de poisson doit donc être basée sur une technologie applicable à la valorisation de la biomasse de poissons gras. Ce premier critère permet d'éliminer les technologies dont l'application est actuellement restreinte aux poissons de fond, soit:

- Déchiquetage (mince fish)
- Broyage et congélation pour vente comme supplément protéique
- Production de surimi et de kamaboko
- Production de colle et de cuir

Plusieurs des technologies décrites à la section précédente sont complexes et demandent beaucoup de capital et de personnel spécialisé. Il s'agit de la réduction des résidus en farine et en huile, de la production de concentrés protéiques de poisson et d'hydrolysats de poisson et de la production de produits pharmaceutiques. Lorsque ces procédés utilisent une biomasse fraîche comme point de départ, ils ne peuvent constituer directement la solution pour l'utilisation des résidus de hareng parce que les installations devraient avoir une telle envergure pour être en mesure d'absorber les résidus en période de pointe que les coûts d'immobilisations seraient très élevés. De plus, ces installations très coûteuses ne seraient utilisées que quelques semaines par année et les coûts fixes unitaires de production seraient exhorbitants.

La solution au problème d'utilisation des résidus de hareng doit nécessairement faire intervenir, au début de la chaîne de transformation, une technologie peu coûteuse permettant

de transformer les résidus au même rythme qu'ils sont produits et d'obtenir un produit stabilisé peu coûteux à entreposer avant sa commercialisation ou sa seconde transformation.

Le compostage des résidus de hareng est une technologie qui répond à ces critères. La mise en tas des résidus peut se faire rapidement et à peu de frais. Après la mise en tas, les résidus sont en quelque sorte entreposés pendant plusieurs semaines et les coûts de production à cette étape sont très bas. La préparation du produit commercialisable, étape plus coûteuse, peut ensuite être faite à un rythme plus graduel, en fonction de la demande sur les marchés, ce qui permet de réduire la dimension des installations utilisées. Par contre, les techniques de compostage actuellement utilisées en sont encore à une échelle pré-industrielle. Les unités de production de compost ayant fait leurs preuves permettent actuellement la mise en tas à un rythme de l'ordre de 100 tonnes de résidus par jour. Pour atteindre un rythme suffisant pour absorber la production de résidus en période de pointe (~ 500 t/jour), une nouvelle technologie automatisée devra être mise au point. Les installations de compostage qui seraient en mesure d'absorber une importante partie des résidus de hareng inutilisés dans le nord-est du Nouveau-Brunswick ne peuvent donc pas être centralisées. Pour que le compostage soit en mesure de régler le problème, il faudrait que chaque usine importante ait sa propre unité d'une capacité de 100 t/jour.

L'ensilage acide répond aussi aux critères techniques décrits ci-dessus. La production d'ensilage brut est un procédé simple et peu coûteux. L'ensilage brut peut trouver dans certains cas des applications directes; cependant, sa principale qualité réside dans le fait qu'il constitue une matière première stabilisée beaucoup moins coûteuse à produire et à entreposer en grands volumes que les résidus congelés. L'ensilage acide constitue donc aussi une solution possible pour stocker l'énorme quantité de résidus de hareng produite à la fin de l'été. L'ensilage brut produit au cours de cette période pourrait ensuite être écoulé graduellement vers les marchés à utilisation directe ou vers des installations de seconde tranformation plus ou moins coûteuses, mais dont le dimensionnement peut être adapté à l'évolution de la demande sur les marchés et non pas au débit maximal de résidus sortant des usines.

L'avantage de l'ensilage sur le compostage, du point de vue technique, est que le procédé d'ensilage peut être directement intégré à la chaîne de production dans les usines de

transformation de poisson. De plus, les procédés d'ensilage automatisés permettant la transformation de grands volumes de résidus existent déjà et ont fait leurs preuves.

5.2 Analyse des marchés potentiels

5.2.1 Marchés potentiels pour le compost de poisson

Les produits de substitution

Il n'existe pas de marché spécifique et déjà établi pour les composts puisque ce type de produit est relativement nouveau sur le marché nord-américain. Les composts font partie d'une famille de produits très diversifiés connus sous le nom d'amendements de sol. Ces produits ont en commun l'objectif d'améliorer la structure physique des sols de culture contrairement aux engrais qui ont comme objectif d'augmenter la teneur en éléments nutritifs. Les amendements de sol se distinguent aussi des substrats de culture, qui consistent en des mélanges qui se veulent complets physiquement et chimiquement et qui répondent à des fins et des cultures particulières. Dans la famille des amendements de sol, on peut distinguer les types de produits suivants:

- la tourbe horticole
- les paillis d'écorces
- les fumiers
- les composts

La tourbe de sphaigne horticole est considérée comme un bon amendement général de sols et sert surtout à améliorer la structure physique du sol. Elle retient bien l'eau mais constitue une souce pauvre en matière organique stabilisée. La tourbe est aussi très pauvre en éléments nutritifs.

Le marché nord-américain de la tourbe de sphaigne a été évalué en 1987 à environ 650 000 t. Les principaux utilisateurs sont les usagers professionnels qui préfèrent ce produit de base stérile aux autres types d'amendements de sol.

Les paillis d'écorces ont comme principale fonction de retenir l'humidité du sol . On les utilise surtout dans les substrats de culture de plantes à croissance lente comme les arbres et arbustes.

Les fumiers ont comme principale fonction d'augmenter la teneur en matière organique des sols. Ils apportent aussi un complément de fertilisation en raison de leur teneur relativement élevée en éléments nutritifs. On utilise surtout les fumiers en vrac pour l'agriculture extensive et certaines cultures maraîchères. Certains fumiers (mouton, volaille) sont vendus en sacs pour le marché des propriétaires de maison/jardiniers.

Les composts sont des produits relativement nouveaux qui ont des propriétés similaires à celles des fumiers (améliorer la structure physique des sols et apporter un complément de fertilisation). On retrouve actuellement sur le marché des composts de fumier et de boues d'égout. Les sources d'hydrates de carbone sont surtout d'origine forestière. Les composts ont l'avantage sur les fumiers d'être inodores et de contenir des éléments nutritifs sous une forme directement assimilable par les plantes.

Les composts de résidus de poisson sont des produits tout à fait nouveaux sur le marché nord-américain. Le seul produit commercialisé actuellement est un compost de résidus de crevette et de tourbe. Ce produit à l'avantage de combiner les propriétés reconnues de la tourbe de sphaigne (capacité de rétention d'eau, stérilité, capacité d'échange de cations) à la richesse en éléments nutritifs des résidus de crevette.

Les utilisateurs potentiels

Les amendements de sol sont achetés par trois types principaux d'utilisateurs:

- les propriétaires de maison/jardiniers;
- les usagers professionnels comprenant les pépinières/serres commerciales, les entreprises de jardiniers paysagistes, les terrains de golf et les producteurs maraîchers;
- les producteurs de substrats de culture.

Les principaux usagers professionnels potentiels de compost au Nouveau-Brunswick sont:

- les pépinières (24 entreprises en 1986);
- les producteurs de gazon (5 entreprises en 1986);
- les entrepreneurs paysagers (46 entreprises en 1986);
- les producteurs de pomme de terre (49 000 acres en production en 1987);
- les terrains de golf;
- les horticulteurs (fruits et légumes) (environ 2 500 acres en production en 1986).

La principale production végétale du Nouveau-Brunswick est la pomme de terre avec une superficie en culture de 49 000 acres. L'exploitation intensive des sols pour cette culture a provoqué sur l'ensemble du territoire une baisse importante du taux de matière organique et d'éléments nutritifs dans le sol causant une diminution de rendement significative depuis quelques années. Cette situation est encore plus évidente dans la régoin de Grand Sault, où se concentrent 85 % des producteurs. Les sources locales de matière organique bon marché (fumiers) ne sont pas suffisamment importantes pour remédier à cette situation. Le compost de résidus de poisson pourrait s'avérer une solution des plus intéressantes.

Les autres usagers professionnels potentiels au Nouveau-Brunswick s'intéresseront sans aucun doute à ce nouveau produit, mais les quantités pouvant être écoulées sur ces marchés sont négligeables par rapport au potentiel représenté par les producteurs de pomme de terre.

Le marché des propriétaires de maison/jardiniers concerne presque exclusivement la vente de compost ensaché à travers un réseau complexe de distribution. Sur le plan régional, on retrouve actuellement une centaine de centres-jardins de tailles diverses répartis dans les provinces maritimes. Ce marché peut être évalué à environ 500 t de compost ensaché par année.

Sur le plan national, les principaux débouchés sont situés au Québec et en Ontario. Sur ces marchés, le compost de résidus de poisson essaie actuellement de se tailler une place parmi les divers fumiers et composts mis en marché. Le prix des composts doivent se

comparer avantageusement à ceux des fumiers qui sont disponibles en abondance et à des prix relativement bas (Tableau 8). Le coût du transport à partir du Nouveau-Brunswick représente un handicap sérieux à la mise en marché de ce nouveau type de produit.

La côte atlantique des États-Unis accapare 35 % du marché américain des amendements de sol. Plus de 5 millions de foyers en ont acheté en 1987. La tourbe est le principal amendement de sol utilisé dans cette région. Ce marché consomme donc de très grands volumes de produits, mais l'élément clé pour sa pénétration demeure le prix de vente au détail. En effet, la tourbe de sphaigne provenant du Canada est le type de tourbe le plus dispendieux sur ce marché et n'est utilisée couramment que par les passionnés du jardinage. En raison des coûts de transport élevés, il en serait probablement de même pour un compost de résidus de poisson.

5.2.2 Marché potentiels pour les produits à base d'ensilage de hareng

Les produits de substitution

Le Tableau 9 donne la composition des différents produits de l'ensilage de hareng et des principaux produits de substitution. Les utilisations directes potentielles de l'ensilage brut à teneur élevé en gras sont:

- l'élevage des animaux à fourrure;
- la salmoniculture;
- les aliments en conserve pour chiens et chats.

Les utilisations potentielles de l'ensilage liquide à faible teneur en gras (ensilage brut sans huile et ensilage concentré) sont les mêmes que les précédentes, auxquelles s'ajoutent:

- l'élevage des porcs;
- les fertilisants organiques et amendements de sol;
- la production de biogaz.

Tableau 8: Prix de détail[1] du compost et des fumiers ensachés sur le marché québécois

	$ par sac
Compost de tourbe et crevette (45 L + 20 kg)	5,00 - 7,00
Compost de sciure de bois et de purin de porc (30 L)	5,00
Fumier composté (35 L)	4,00
Fumier de mouton (30 kg)	4,00

1. En général, le prix de détail correspond au prix FAB usine + coût de transport majoré de 20 % par le distributeur et de 40 - 50 % par le détaillant.

Tableau 9: Composition proximale des différents produits de l'ensilage de hareng et des produits de substitution

	% de la matière humide			
	Humidité	Protéines brutes	Lipides	Cendres
Ensilage de hareng brut	67,0	16,0	15,0	2,0
Ensilage de hareng brut (sans huile)	78,0	19,0	1,0	2,0
Ensilage de hareng concentré	50,0	42,0	3,0	5,0
Ensilage de hareng sec	10,0	76,0	4,0	10,0
Farine de hareng	10,0	7,0	6,0	13,0
Déchets broyés-congelés de poisson de fond	75,0	14,0	0,3	4,7

	% de la matière humide		
	Azote	Phosphore	Potassium
Ensilage brut de hareng (sans huile)	3,0	1,5	0,5
Ensilage de hareng concentré	6,5	3,5	1,0
Ensilage de hareng sec	12,0	6,0	2,0
Engrais de synthèse	19,0	19,0	19,0

L'ensilage séché a les mêmes utilisations potentielles que la farine de poisson; s'ajoutent donc aux listes précédentes:

- les aliments secs pour chiens et chats;
- l'élevage des poulets.

L'huile récupérée de l'ensilage brut a les mêmes utilisations potentielles que les huiles provenant de la réduction en farine (voir les paragraphes 4.1.3, 4.2.6 et 4.4.4).

Élevage du renard

La population de renards d'élevage du Nouveau-Brunswick s'établissait en 1986 à 15 000 femelles reproductives et 3 000 mâles; 20 762 peaux (renardeaux) ont été produites la même année. Cette industrie est concentrée dans le nord-ouest du Nouveau-Brunswick. La population en Nouvelle-Écosse, à l'Ile-du-Prince-Édouard et en Gaspésie est évaluée à 20 600 reproducteurs et la production de peaux, à 25 000.

L'alimentation du renard est sous forme de moulée sèche ou humide. La consommation de moulée sèche (90% de matière sèche) par année se situe à 78 kg par femelle, 82 kg par mâle et 54 kg pàr renardeau.

L'ensilage brut à forte teneur en gras ou encore l'ensilage concentré additionné d'huile de hareng pourrait constituer un maximum de 10 % des moulées humides (30 % de matière sèche). Cela représente un potentiel équivalent à 800 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 1 700 t d'ensilage brut pour l'ensemble du Canada atlantique (excluant Terre-Neuve) si l'ensilage brut est utilisé, ou 1 500 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 3 250 t d'ensilage brut pour le Canada atlantique, si l'ensilage concentré additionné d'huile est utilisé. L'ensilage liquide serait utilisé en substitution des résidus broyés-congelés dans les moulées humides. L'ensilage sec pourrait peut-être être utilisé en substitution de la farine de poisson dans les moulées sèches.

Élevage du vison

La population de visons d'élevage du Nouveau-Brunswick en 1986 s'établissait à 4 500 femelles et 1 000 mâles; 13 700 peaux ont été vendues la même année. Ailleurs dans le Canada atlantique, la population de reproducteurs est estimée à 100 000 individus et 400 000 peaux ont été vendues en 1987.

La nourriture du vison est surtout sous la forme de moulées humides. La consommation de moulée (60 % de matière sèche) par année est de 45,5 kg par femelle, 90,5 kg par mâle et 41 kg par visonneau. L'ensilage brut ou l'ensilage concentré additionné d'huile pourrait constituer 10 % de la moulée. Le marché potentiel est donc équivalent à 900 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 2 200 t d'ensilage brut pour l'ensemble du Canada atlantique, si l'ensilage brut est utilisé, ou encore 175 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 4 200 t d'ensilage brut pour l'ensemble du Canada atlantique, si l'ensilage concentré additionné d'huile est utilisé. L'ensilage liquide serait utilisé en substitution des résidus broyés-congelés.

Élevage du porc

La production de porcs d'élevage au Nouveau-Brunswick a été en 1986 d'environ 140 000 têtes. L'industrie est concentrée dans le nord-ouest (37,1 %) et le sud-est (36,7 %). En Nouvelle-Écosse, à l'Ile-du-Prince-Édouard et dans l'est du Québec, la production est estimée à environ 500 000 têtes. La consommation de moulée est de l'ordre de 250 kg par porc produit par année, dont 10,4 kg sont sous la forme de protéines brutes de poisson. L'ensilage à faible teneur en huile (<1 %) pourrait être substitué à la farine de poisson. Le potentiel pour le Nouveau-Brunswick est donc équivalent à 9 000 t d'ensilage brut, et pour l'ensemble du Canada atlantique (exluant Terre-Neuve), à 42 000 t d'ensilage brut.

Actuellement, seul un faible pourcentage des porcheries sont équipées de systèmes d'alimentation sous forme liquide, bien qu'il existe actuellement au Nouveau-Brunswick un programme ayant comme objectif de faire la transformation vers ce type de système.

Élevage des salmonidés

On prévoit que la production de saumon atlantique au Nouveau-Brunswick atteindra en 1988 entre 2 800 et 3 200 t. Cette industrie est concentrée dans le sud-ouest de la province. Ailleurs dans le Canada atlantique (excluant Terre-Neuve), la production de salmonidés (saumon et truite) se situe autour de 1 000 t par année. Les moulées humides des salmonidés pourrait être composées à 50 % d'ensilage brut de hareng. L'ensilage concentré additionné d'huile pourrait représenter jusqu'à 75 % des moulées humides. Le marché potentiel est donc équivalent à 3 000 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 4 000 t d'ensilage brut pour l'ensemble du Canada atlantique, si l'ensilage brut est utilisé; ou l'équivalent de 8 500 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 11 500 t d'ensilage brut pour le Canada atlantique (Terre-Neuve exclus), si l'ensilage concentré additionné d'huile est utilisé. Seuls les élevages de saumons sont actuellement en mesure d'utiliser les moulées humides. L'ensilage serait substitué aux résidus frais, aux résidus broyés-congelés et à la farine de poisson dans ces moulées. Contrairement aux autres marchés potentiels décrits précédemment, celui-ci comporte une forte variabilité saisonnière de la demande; 70 % des besoins doivent être comblés de juillet à septembre, inclusivement.

Aliments pour chiens et chats

Il n'y a aucune usine d'aliments pour chiens et chats au Nouveau-Brunswick. L'industrie des aliments en conserve est concentrée dans le sud de l'Ontario. Cette industrie utilisait en 1987 environ 11 500 t de résidus de poisson broyés-congelés. Le marché potentiel que représente cette industrie équivaut à 11 500 t d'ensilage à faible teneur en huile, soit environ 13 400 t d'ensilage brut.

Fertilisants organiques

L'ensilage à faible teneur en huile, concentré ou non, pourrait être utilisé comme fertilisant et amendement de sol dans les productions horticoles. Au Nouveau-Brunswick, environ 24 000 hectares sont cultivées pour la pomme de terre, les fruits et les légumes. Un

taux d'application de 150 kg d'azote par hectare équivaut à 5 t d'ensilage brut par hectare. Ce marché potentiel pourrait donc être très important.

Marché de la farine de poisson

L'ensilage sec obtenu après séchage de l'ensilage concentré a une composition similaire à celle de la farine de poisson. Cependant, il n'aurait pas la même couleur et texture ni les mêmes propriétés nutritives. Il est actuellement difficile de déterminer dans quelle mesure et comment l'ensilage sec pourrait être écoulé sur le marché bien établi de farines de poisson. Ce potentiel ne doit cependant pas être écarté parce qu'il pourrait permettre d'écouler de très grands volumes d'ensilage sec.

Marché des huiles de poisson

Les huiles de poisson obtenues de l'ensilage acide ont généralement une forte teneur en acides gras libres. Cela représente un désavantage par rapport aux huiles obtenues de la réduction en farine (sauf, semble-t-il, dans le cas des salmonidés) parce que le raffinage de l'huile d'ensilage est plus coûteux. L'écoulement de l'huile d'ensilage sur les marchés traditionnels des huiles de poisson pourrait donc être problématique.

5.3 Choix des solutions

Du point de vue technique, les deux solutions à retenir pour l'utilisation des résidus de hareng produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick sont le compostage et l'ensilage acide. Par contre, l'analyse des marchés potentiels montre que les débouchés pour le compost de poisson sont imprécis et incertains et qu'il est peu probable que ceux-ci se développent suffisamment à court terme pour que cette approche permette d'utiliser une partie importante des résidus de hareng produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Pour l'ensilage acide, les marchés potentiels à court terme sont évalués à 13 000 - 19 000 t d'ensilage brut pour le Nouveau-Brunswick et 63 000 - 74 000 t pour l'ensemble du Canada atlantique (excluant Terre-Neuve). Ces chiffres sont impressionnants, mais il faut les

interpréter avec prudence. En effet, le degré de pénétration de l'ensilage sur ces marchés sera faible à cout terme parce que la plupart des utilisateurs potentiels ne connaissent pas le produit, ses avantages et désavantages, et ne sont pas équipés pour le manipuler. Les facteurs permettant une bonne pénétration sur les marchés potentiels seraient:

- une qualité élevée et constante de l'ensilage;
- un prix très compétitif de l'ensilage qui permettrait à l'utilisateur d'amortir les coûts supplémentaires occasionnés par la substitution des produits traditionnels;
- un approvisionnement sûr et régulier pour l'utilisateur.

Si ces conditions peuvent être respectées, l'ensilage acide constitue la solution la plus intéressante pour régler le problème de l'utilisation des résidus de hareng dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Pour ce qui est du compostage des résidus, cette approche devrait demeurer pour le moment une solution possible pour certaines usines, mais elle ne règlerait pas le problème global de l'industrie.

6. ANALYSE ÉCONOMIQUE DE L'ENSILAGE DES RÉSIDUS DE POISSON DANS LE NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK

6.1 Scénarios de production

Pour la production d'ensilage brut, deux scénarios de base sont imaginables:

1. La production est centralisée dans une seule usine spécialisée.

2. La production est intégrée dans les opérations normales des usines de transformation de poisson.

La décentralisation de la production d'ensilage brut devrait être la solution à privilégier pour les raisons suivantes:

- Pour que l'ensilage puisse répondre aux marchés potentiels identifiés, il devra absolument être d'une très bonne qualité. Les équipements d'ensilage brut permettent de traiter les résidus au même rythme qu'ils sont produits, sans délais, lorsque ceux-ci sont intégrés à la chaîne de production des usines de transformation de poisson. Par contre, dans le cas d'une centralisation des opérations d'ensilage, les délais de transfert entre l'usine productrice de résidus et l'usine d'ensilage peuvent être trop longs en dehors de la période de pointe. De plus, pendant la période de pointe de production de résidus, les risques de congestion d'une usine centralisée sont élevés.

- Les équipements d'ensilage bruts s'intègrent naturellement aux opérations normales des usines de transformation. Ils occupent peu d'espace et demandent peu d'énergie et de main-d'oeuvre. Pour l'industrie des pêches en général, la décentralisation permet donc d'utiliser des infrastructures et de la main-d'oeuvre déjà en place; elle est donc plus économique que la centralisation des opérations.

- La décentralisation permet d'éviter le transport et la manipulation des résidus bruts. Cette solution est donc plus avantageuse du point de vue environnemental.

- La décentralisation permet à l'usine de transformation de poisson de bénéficier de la valeur ajoutée aux résidus de poisson. Dans le cas de la centralisation, si l'usine d'ensilage ne paie pas pour les résidus, les usines de tranformation de poisson bénéficient très peu de l'utilisation de leurs résidus et, si l'usine d'ensilage paie pour les résidus, il s'ajoute alors dans le processus d'ensilage un coût qui rendra le produit moins compétitif face aux substituts (farine, broyé-congelé).

Dans le cas de la production d'ensilage concentré (raffinage), le seul scénario plausible est la centralisation. En effet, les coûts d'immobilisations sont beaucoup plus élevés que pour la production d'ensilage brut et le seuil de rentabilité de ce type de production (plus de 10 000 t d'ensilage raffiné par année en Scandinavie) dépasse de beaucoup la capacité d'une seule usine de transformation.

6.1.1 Scénario 1

Le premier scénario de production étudié est décrit au Tableau 10. Le scénario 1 a été construit selon les hypothèses suivantes:

- Les usines de transformation de poisson produisent au total 20 000 t d'ensilage brut. 70 % de cette production est faite de la mi-août et à la mi-septembre; le reste est produit en mai, juin et octobre.

- Les réservoirs d'entreposage d'ensilage brut des usines de transformation ne sont pas chauffés et doivent être vidés avant la fin du mois de décembre.

- L'usine de raffinage peut traiter une capacité maximale de 2 500 t d'ensilage brut par mois.

- Le rendement du raffinage est de 38 t d'ensilage concentré (50 % de matière sèche) et 14 t d'huile par 100 t d'ensilage brut de hareng.

- La vente des produits du raffinage est répartie uniformément sur les 12 mois de l'année.

Tableau 10: Premier scénario de production de raffinage et de vente d'ensilage dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.
Usine de transformation												
Quantité d'ensilage brut (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,0	3,8	7,6	6,4	3,2					0,0	2,0	2,5
Production	7,0	7,0	2,0	0,0	0,0					2,0	2,0	0,0
Transfert vers raffinage	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2					0,0	1,5	2,5
En réservoirs à la fin du mois	3,8	7,6	6,4	3,2	0,0					2,0	2,5	0,0
Usine de raffinage												
Quantité d'ensilage brut (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,0	1,9	2,6	3,3	4,0	4,7	2,2				0,0	0,0
Transfert des usines de transformation	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	0,0	0,0				1,5	2,5
Traitement en usine	1,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				1,5	2,5
En réservoirs à la fin du mois	1,9	2,6	3,3	4,0	4,7	2,2	0,0				0,0	0,0
Quantité d'ensilage concentré et d'huile (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,4	0,2	0,6	0,8	1,4	1,8	2,2	2,4	1,5	0,6	0,0	0,0
Production	0,7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,8	1,3
Ventes	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,8	0,9
En réservoirs à la fin du mois	0,2	0,6	0,8	1,4	1,8	2,2	2,4	1,5	0,6	0,0	0,0	0,4

Les simulations du Tableau 10 permettent d'évaluer certaines variables relatives au dimensionnement des installations:

- La capacité maximale d'entreposage requise pour l'ensilage brut dans les usines de transformation de poisson est évaluée dans ce scénario à 7 600 t (en septembre). Cette capacité maximale n'est utilisée que durant deux mois.

- Le transfert d'ensilage brut vers l'usine de raffinage doit se faire à un rythme de 3 200 t par mois, d'août à décembre.

- La capacité maximale d'entreposage requise pour l'ensilage brut, l'ensilage concentré et l'huile dans l'usine de raffinage est de 6 500 t (en décembre).

- Ce scénario nécessite donc une capacité totale d'entreposage de 14 100 t d'ensilage et d'huile pour 20 000 t d'ensilage brut produit au départ.

- Un total de 14 800 t - mois d'ensilage doivent être chauffées pour empêcher les réservoirs de geler de décembre à avril dans l'usine de raffinage.

Ce scénario a été bâti de manière à faire un compromis entre la capacité totale d'entreposage requise et la dimension des équipements de raffinage. En effet, pour une même capacité journalière de raffinage, un scénario dans lequel on ne transférerait à l'usine de raffinage que les quantités pouvant être immédiatement traitées obligerait les usines de transformation de poisson à stocker et chauffer l'ensilage brut pendant l'hiver, et à avoir une capacité supérieure d'entreposage (10 000 t) et le total de capacité de stockage nécessaire pour l'ensemble du scénario ne serait diminué que d'environ 12 %.

D'autre part, le transfert de l'ensilage brut à l'usine d'ensilage au fur et à mesure qu'il est produit ne changerait par considérablement les besoins de capacité de stockage du scénario, parce que les usines de transformation devraient toujours conserver une capacité minimale de stockage et que l'usine de transformation devrait faire passer la sienne à environ 10 000 t.

En augmentant la capacité de raffinage pour qu'elle passe 3 200 t par mois, la capacité totale de stockage requise pour le scénario n'est réduite que de 12 % tandis que les coûts des équipements de raffinage est augmenté de plus de 25 %.

Enfin, en ne raffinant au cours d'un mois que les quantités pouvant être vendues au cours de ce mois, la capacité totale de réservoirs requise est considérablement augmentée, mais le coût des équipements de raffinage n'est réduit que d'un faible pourcentage.

6.1.2 Scénario 2

Le deuxième scénario de production étudié est basé sur les mêmes hypothèses que le scénario 1 sauf que la production d'ensilage brut est limitée à la période de pointe (Tableau 11). Pour ce scénario, une capacité maximale de réservoirs de 23 000 t est requise pour une production de 20 000 t d'ensilage brut, ce qui représente une augmentation de 137 % par rapport au scénario 1. Un total de 28 600 t - mois d'ensilage doivent être chauffées de décembre à avril, ce qui représente une augmentation de 100 % par rapport au scénario précédent. L'usine fonctionne encore 8 mois, mais un mois de plus en hiver. Enfin, le transfert de l'ensilage brut vers l'usine de raffinage se fait à un rythme de 25 % plus élevé que dans le premier scénario.

Tableau 11: Deuxième scénario de production, de raffinage et de vente d'ensilage dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.
Usine de transformation												
Quantité d'ensilage brut (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,0	6,0	12,0	8,0	4,0							
Production	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0							
Transfert vers raffinage	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0							
En réservoirs à la fin du mois	6,0	12,0	8,0	4,0	0,0							
Usine de raffinage												
Quantité d'ensilage brut (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,0	2,7	4,2	5,7	7,2	8,7	6,2	3,7	1,2			
Transfert des usines de transformation	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Traitement en usine	1,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,2			
En réservoirs à la fin du mois	2,7	4,2	5,7	7,2	8,7	6,2	3,7	1,2	0,0			
Quantité d'ensilage concentré et d'huile (X 10^3 t)												
En réservoirs au début du mois	0,0	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	2,5	1,6	0,5
Production	0,7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0
Ventes	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5
En réservoirs à la fin du mois	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	2,5	1,6	0,5	0,0

6.2 Coûts de production de l'ensilage brut

6.2.1 Immobilisations

L'unité d'ensilage brut à installer dans les usines de transformation comprend les équipements suivants (Fig. 14):

- 1 trémie de réception
- 1 broyeur mélangeur
- 2 pompes doseuses
- 1 réservoir d'acide
- 1 réservoir d'antioxydant
- 1 pompe d'ensilage
- 1 senseur de pH
- la tuyauterie et les valves

Le coût de ce matériel préfabriqué et automatisé, une fois livré et installé, est estimé comme suit:

- pour une capacité maximale de 2 t de résidus par heure: 100 000 $
- pour une capacité maximale de 6 t de résidus par heure: 150 000 $

L'ensilage brut produit devra être entreposé pendant une certaine période dans des réservoirs à l'extérieur de l'usine. Selon le scénario 1 de la section précédente, la capacité de ces réservoirs devra correspondre approximativement à 60 % de la quantité totale de résidus produite en période de pointe (août et septembre). Ces installations d'entreposage sont illustrées à la Fig. 15. Leur coût est estimé à 100 $ par tonne d'ensilage entreposé. Le Tableau 12 donne le coût estimé des immobilisations pour quatre capacités journalières de production.

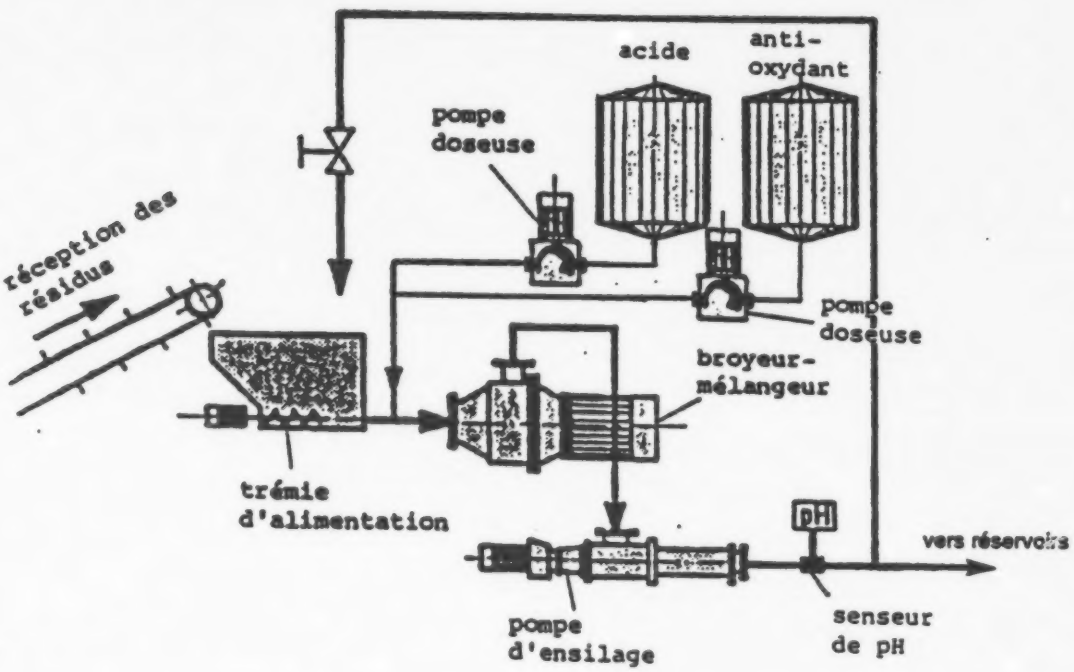


Figure 14. Schéma d'écoulement d'une usine d'ensilage brut acide

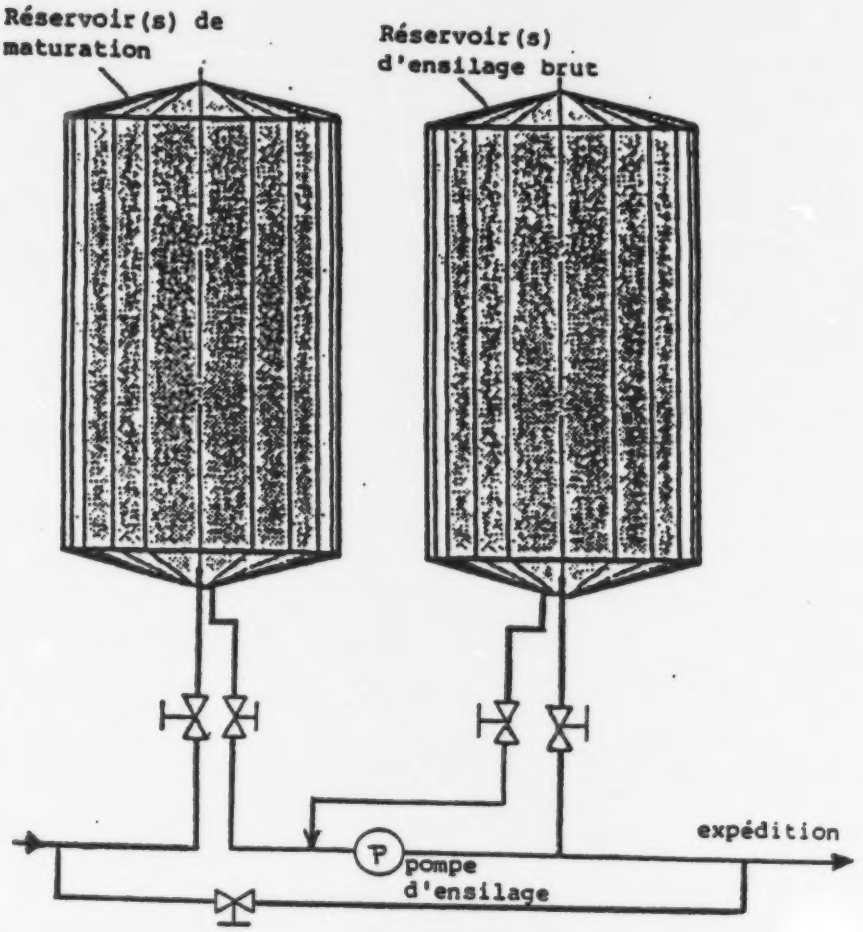


Figure 15. Schéma d'écoulement des réservoirs d'entreposage d'ensilage brut

Tableau 12: Coût des immobilisations pour la production d'ensilage brut dans les usines de transformation de poisson

Capacité de production tonne d'ensilage brut/jour	Capacité maximale d'entreposage[1] (t)	Coût de l'unité d'ensilage ($)	Coût de l'unité d'entreposage[1] ($)	Coût total ($)
150	2 250	150 000	225 000	375 000
100	1 500	15 000	150 000	300 000
50	750	10 000	75 000	175 000
25	375	10 000	37 500	137 500

1. Les réservoirs sont dimensionnés pour recevoir l'équivalent de 15 jours de production au maximum de la capacité.

6.2.2 Coûts fixes

Les coûts fixes de production ont été calculés pour quatre capacités journalières de production différentes, et cela, pour deux types d'usines:

- une usine faisant l'ensilage de 30 % de ses résidus de poisson en dehors de la période de pointe (scénario 1);

- une usine limitant sa production d'ensilage à la période de pointe, de la fin août au début septembre (scénario 2).

Pour estimer les coûts fixes, les hypothèses suivantes ont été utilisées:

- Les équipements d'ensilage sont financés par un emprunt de 10 ans et ceux d'entreposage, par un emprunt de 20 ans. Le taux d'intérêt est de 13 % par année dans les deux cas.

- Les équipements d'ensilage sont amortis sur 10 ans et ceux d'entreposage, sur 20 ans.

- Le coût des assurances représente 2,5 % des coûts d'immobilisations et ceux d'entretien, 5,0 % de ces coûts.

- La main-d'oeuvre nécessaire ne varie pas selon la capacité journalière, mais diffère selon le scénario de production. Pour l'usine exploitée en période de pointe seulement, une personne à temps plein est nécessaire pendant 1 mois et une personne à mi-temps pendant 3 mois. Pour les usines produisant de l'ensilage en dehors de la période de pointe, s'ajoutent les coûts d'une personne à mi-temps pendant 3 mois.

Les coûts fixes unitaires ($/t) calculés au Tableau 13 diffèrent considérablement selon le type d'usine considéré. Ils passent de 73 $/t pour une unité d'ensilage d'une capacité de 25 t/jour et qui ne produit que pendant la période de pointe, à seulement 21.34 $/t pour une

Tableau 13: Coûts fixes de production d'ensilage brut selon divers scénarios

	Coût (000 $)							
Type d'usine	1	2	3	4	5	6	7	8
Capacité journalière	150	150	100	100	50	50	25	25
Production annuelle	4 300	3 000	2 850	2 000	1 425	1 000	715	500
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2
Coûts fixes								
Intérêts :								
- équipement	11,9	11,9	11,9	11,9	7,9	7,9	7,9	7,9
- réservoirs	20,4	20,4	13,6	13,6	6,8	6,8	3,4	3,4
Amortissement:								
- équipement	15,0	15,0	15,0	15,0	10,0	10,0	10,0	10,0
- réservoirs	11,3	11,3	7,5	7,5	3,8	3,8	1,9	1,9
Assurances	9,4	9,4	7,5	7,5	4,4	4,4	3,4	3,4
Entretien	18,8	18,8	15,0	15,0	10,0	8,8	6,9	6,9
Main-d'oeuvre	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0
Total	91,8	89,8	73,5	73,5	46,7	44,7	38,5	36,5
Coût unitaire $/t	21,34	29,99	25,79	36,75	32,77	44,70	53,84	73,00

unité d'ensilage d'une capacité de 150 t/jour en période de pointe et qui produit 30 % d'ensilage en plus en dehors de cette période.

6.2.3. Coûts variables

Les coûts variables de production diffèrent très peu en fonction de la capacité des unités d'ensilage. Ceux-ci sont estimés au Tableau 14; ils s'élèvent à 44 $/t d'ensilage brut.

6.2.4 Viabilité de la production d'ensilage brut

Le Tableau 15 présente l'estimation du coût à l'utilisateur de l'ensilage brut en fonction de la distance séparant l'utilisateur du lieu de production. L'ensilage provenant des usines à faible capacité d'ensilage (usines 7 - 8) coûterait plus cher que la valeur de remplacement de la farine de poisson pour un utilisateur du nord-est du Nouveau-Brunswick. Par contre, pour les unités de plus grande capacité, le rayonnement possible du produit brut est beaucoup plus grand.

Ces résultats suggèrent fortement que, si les marchés pour l'ensilage brut étaient développés, la production d'ensilage brut serait rentable pour des usines qui ne produisent des résidus que pendant la période de la rave de hareng d'automne, à la condition que celles-ci produisent plus de 2 000 t de résidus pendant cette période. Pour les usines qui produisent de bonnes quantités de résidus avant et après la période de rave d'automne, le seuil de rentabilité s'établirait à environ 1 300 t d'ensilage brut par année. De plus, les marchés potentiels pour l'ensilage brut seraient restreints à moins de 400 - 500 km du site de production.

Selon les statistiques obtenues lors de l'enquête auprès des usines de transformation, un maximum de 14 usines du nord-est du Nouveau-Brunswick ont produit en 1987 suffisamment de résidus de poisson pour répondre aux critères décrits ci-dessus. Cinq de ces usines font traiter en priorité leurs résidus dans les usines de réduction en farine. Les 14 autres usines où l'installation d'une unité d'ensilage ne serait pas rentable ont produit en 1987 environ 8 000 t de résidus avec une production totale en période de pointe d'environ 300 t de résidus de hareng par jour.

Tableau 14: Coûts unitaires variables de production d'ensilage brut dans les usines de transformation de poisson

Élément de coût variable	Coût ($/t d'ensilage brut)
Résidus	0,00
Transport des résidus	0,00
Acide formique 3,5 % (1,20 $/kg)	42,00
Antioxydant 200 ppm (7,50 $/L)	1,50
Énergie 10 kwh/t (0,05 $/kwh)	0,50
TOTAL	44,00

Tableau 15: Comparaison du coût à l'utilisateur de l'ensilage brut produit selon divers scénarios et de sa valeur de remplacement en substitution de la farine de poisson

		Coût à l'utilisateur[1] ($/t)							
		Type d'usine							
Distance (km)	Valeur de remplacement[2] ($/t)	1	2	3	4	5	6	7	8
	Production annuelle (t)	4 300	3 000	2 850	2 000	1 425	1 000	715	800
	Capacité (t/jour)	150	150	100	100	50	50	25	25
0	112,00	75,14	85,09	80,23	92,86	88,29	102,01	112,52	117,00
100	112,60	81,64	91,59	86,76	99,36	94,79	108,51		
200	113,17	88,14	98,09	93,26	105,86	101,29	115,01		
300	113,77	94,64	104,59	99,76	112,30	107,79			
400	114,36	101,14	111,09	106,26	118,86	114,29			
500	114,95	107,64	117,59	112,76		120,80			
600	115,54	114,14		119,26					
700	116,13	120,64							

1. Coût de production X 1,15 + coût de transport en camion citerne (0,065 $/t - km)
2. 80 % du coût unitaire ($/kg de protéines brutes) de la farine de poisson livrée à destination à un coût de 0,035 $/t-km X teneur en protéines brutes de l'ensilage (kg/t).

6.3 Coûts de production de l'ensilage concentré

6.3.1 Immobilisations

La production d'ensilage concentré est centralisée dans une usine aménagée spécifiquement pour cette production. La matière première utilisée est l'ensilage brut produit par les usines de transformation du poisson et par une unité annexée à l'usine de raffinage qui traite les résidus bruts des usines de transformation qui ne sont pas équipées pour produire l'ensilage brut. L'usine de raffinage est automatisée et peut traiter 120 t d'ensilage brut par jour (6 t/h). Dans le premier scénario, elle traite annuellement, de la mi-juin à la mi-février, 20 000 t d'ensilage brut et produit 7 600 t d'ensilage concentré (50 % de matière sèche) et 2 800 t d'huile (Tableau 10). Dans le deuxième scénario, elle traite 20 000 t d'ensilage brut produites en août et septembre (Tableau 11).

Les équipements pour le raffinage sont illustrés à la Fig. 16. Le coût d'un système automatisé, livré et installé est estimé à 1 500 000 $.

Le bâtiment nécessaire pour loger le système a une surface de 140 m^2 et son coût est évalué à 100 000 $.

Les réservoirs pour entreposer l'ensilage brut, l'ensilage concentré et l'huile dans le scénario 1 ont une capacité de 6 500 t et leur coût est évalué à 600 000 $. Dans le scénario 2, ils ont une capacité de 10 300 t et leur coût est évalué à 950 000 $.

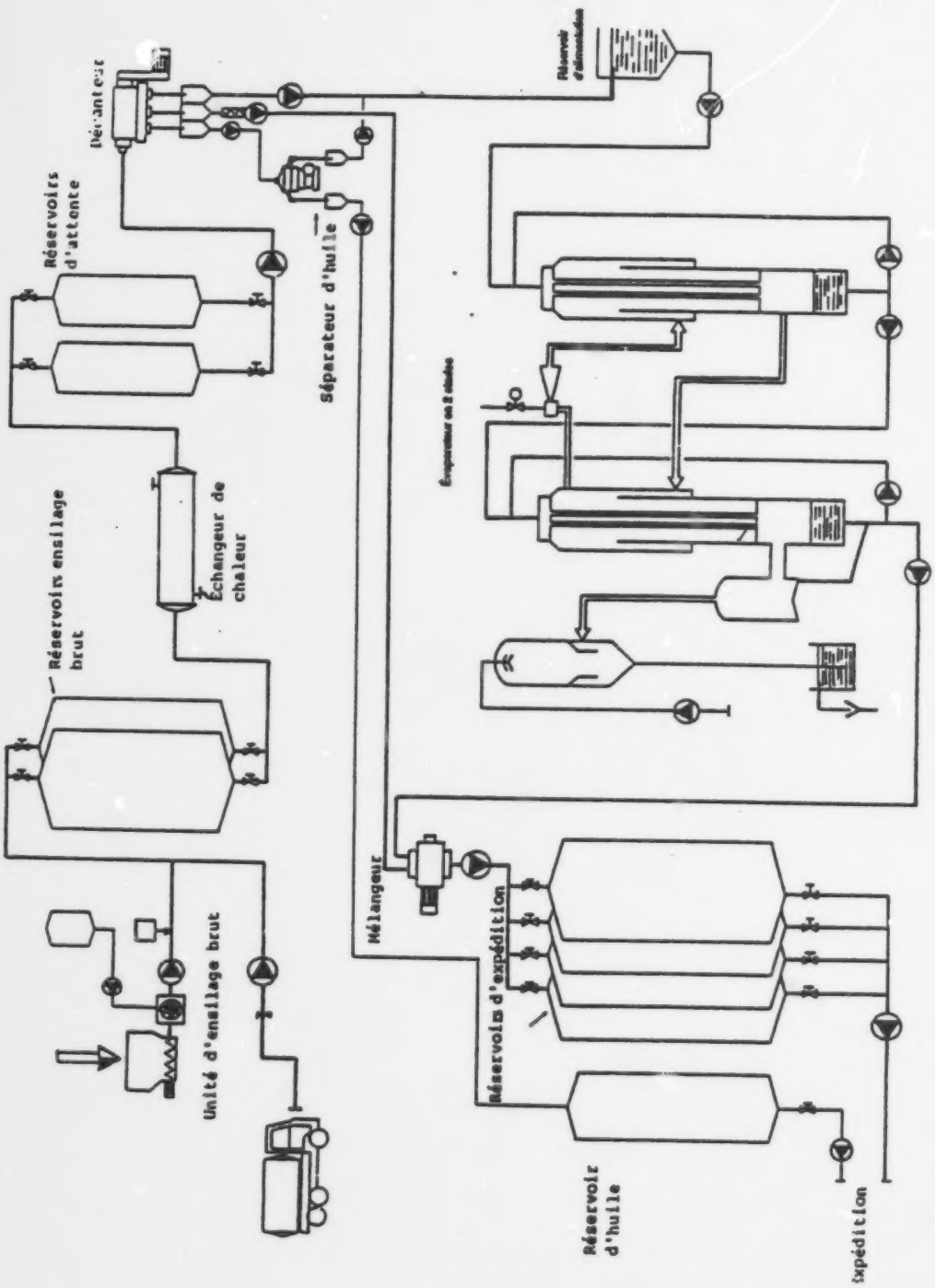


Figure 16. Schéma d'écoulement d'une usine de raffinage d'ensilage

6.3.2 Coût de production

Les coûts fixes ont été estimés en utilisant les mêmes hypothèses que dans le cas de l'ensilage brut (voir section 6.2.3). Ils sont résumés au Tableau 16. La main-d'oeuvre nécessaire est la même pour les deux scénarios:

- un gérant général à temps plein	35 000 $
- un contrôleur de la qualité à temps plein	27 000
- un manoeuvre à temps plein	20 000
- autres manoeuvres	26 000
- un commis comptable à mi-temps	10 000
	128 000 $

Le coût unitaire de production de l'ensilage concentré (Tableau 16) a été calculé en déduisant des coûts totaux de production la valeur de l'inventaire d'huile obtenue. Le coût unitaire s'élève à 227,79 $/t pour le scénario 1 et à 238,24 $/t pour le scénario 2.

6.3.3 Viabilité de la production d'ensilage concentré

Le Tableau 17 compare le coût à l'utilisateur de l'ensilage concentré et sa valeur de remplacement lorsque substitué à la farine de poisson. Pour l'ensilage produit dans le scénario 1, le coût à l'utilisateur ne devient supérieur à la valeur de remplacement que pour les marchés situés à plus de 750 km du point de production. Par contre, pour l'ensilage concentré produit dans le scénario 2, le marché potentiel serait limité à la même région que l'ensilage brut (400 - 500 km).

Tableau 16: Évaluation des coûts de production de l'ensilage concentré (50 % de matière sèche) de hareng selon deux scénarios de production.

	Scénario 1	Scénario 2
Coûts fixes		
Intérêts		
- équipements	118 755	118 755
- bâtiments et réservoirs	63 420	95 130
Amortissement		
- équipements	150 000	150 000
- bâtiments et réservoirs	35 000	52 500
Assurances	55 000	63 750
Entretien	110 000	127 500
Administration	65 000	65 000
Total-coûts fixes	597 175	672 635
Coûts variables		
- Ensilage brut (83 $/t)	1 672 000	1 672 000
- Transport (30 km à 0,065 $/t/km)	39 000	39 000
- Énergie (80 kwh/t à 0,05 $/kwh)	40 000	40 000
- Chauffage du bâtiment et d'une partie des réservoirs	10 000	14 000
- Main-d'oeuvre directe	73 000	73 000
Total coûts variables	1 834 000	1 838 000
Coût de production total	2 431 175	2 510 635
- valeur de l'huile produite (2 800 t à 250 $/t)	700 000	700 000
Coût de l'ensilage concentré (7 600 t)	1 731 175	1 810635
Coût unitaire de l'ensilage concentré	227,79 $/t	238,24 $/t
Coût par tonne de résidus traités	121,56 $/t	125,53 $/t

Tableau 17: Comparaison du coût à l'utilisateur et de la valeur de remplacement de l'ensilage concentré en fonction de la distance séparant l'utilisateur du lieu de production

Distance (km)	Valeur de remplacement[1] $/t	Coût à l'utilisateur[2] $/t	
		Scénario 1	Scénario 2
0	294,70	261,96	273,98
250	298,58	278,21	290,23
500	302,46	294,46	306,48
750	306,33	310,71	
1 000	317,97	326,96	

1. 80 % de la valeur unitaire ($/kg de protéines brutes) de la farine de poisson livrée à 0,035 $/t - km X teneur en protéines brutes de l'ensilage concentré (kg/t)

2. Coût de production X 1,15 + coût du transport en camion citerne à 0,065 $/t - km.

6.4 Coûts de production de l'ensilage sec

6.4.1 Immobilisations

L'analyse économique qui suit est basée sur l'hypothèse voulant que les usines de réduction en farine de poisson déjà en place dans le nord-est du Nouveau-Brunswick possèdent déjà les équipements nécessaires à la réduction de l'ensilage brut de hareng en farine. Dans ce scénario, l'ensilage brut est traité dans l'usine de farine selon le même diagramme d'écoulement que le jus de presse obtenu après le pressage (Fig. 9). L'ensilage brut passe donc par une étape de décantation et de centrifugation, pour la séparation des huiles, puis par l'étape de concentration par évaporation et enfin par l'étape du séchage.

Les immobilisations supplémentaires requises selon ce scénario sont:

- un échangeur de chaleur pour réchauffer l'ensilage avant la séparation d'huile;
- des réservoirs pour entreposer l'ensilage brut;

Pour une usine dont la capacité de production de farine est de 10 t/h, la capacité de traitement de l'ensilage brut serait de l'ordre de 6 t/h, soit la même que celle de l'usine de raffinage étudiée à la section précédente. Puisque l'ensilage brut ne pourrait être traité en août et septembre parce que l'usine traite des résidus frais pendant cette période, la capacité d'entreposage de l'ensilage brut à l'usine devrait être de l'ordre de 13 000 t. Le coût des immobilisations supplémentaires est donc d'environ 1 250 000 $. Selon le scénario 1 (Tableau 10), l'usine devrait fonctionner jusqu'en avril pour être en mesure de transformer tout l'ensilage brut produit.

6.4.2 Coûts de production

Les coûts fixes supplémentaires attribuables au traitement de l'ensilage brut dans l'usine sont estimés comme suit:

- intérêts sur réservoirs	108 720 $
- intérêts sur équipements	4 000
- amortissement des équipements	5 000
- amortissement des réservoirs	60 000
- assurances	31 250
- entretien	62 500
- administration (1/2 des coûts de l'usine de raffinage)	32 500
Sous-total	303 970

Les coûts variables de production sont estimés comme suit:

- ensilage brut (83,60 $/t)	1 672 000
- transport	39 000
- énergie (250 kwh/t)	250 000
- chauffage des bâtiments et d'une partie des réservoirs	25 000
- main-d'oeuvre directe (idem usine de raffinage)	73 000
Sous-total	2 059 000
Total	2 363 000

Les coûts supplémentaires totaux de production s'élèvent à 2 363 000 $. Si la valeur d'inventaire des 2 800 t d'huile produites est estimée à 250 $/t, le coût unitaire de production des 4 200 t d'ensilage sec (10 % d'humidité) peut être évalué à 396 $/t.

6.4.3 Viabilité de la production d'ensilage sec

L'analyse économique réalisée ci-dessus est très approximative parce que les conditions précises d'application du scénario choisi dans les usines de farine du nord-est du Nouveau-Brunswick sont inconnues. De plus, la valeur de l'ensilage sec par rapport à la farine de poisson n'est actuellement pas connue. L'analyse préliminaire suggère cependant que la production d'ensilage sec dans les usines de réduction en farine du nord-est du Nouveau-Brunswick, si elle pouvait être réalisée selon la scénario décrit, pourrait permettre d'amortir les coûts élevés associés à l'installation et à l'exploitation d'évaporateurs de liqueur visqueuse.

7. ANALYSE ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION DE COMPOST

7.1 Scénario de production

La production de compost est réalisée dans des installations centralisées comprenant l'exploitation d'une tourbière. La capacité maximale de mise en tas des résidus de poisson est de 100 t par jour. Selon le scénario donné au Tableau 18, un total de 6 000 t de résidus de poisson et de crustacés (résidus de crabe en mai et juin) sont mélangées à 5 300 t de tourbe (50 % d'humidité) pour fabriquer 15 000 t de compost (65 % d'humidité). L'ensemble des opérations s'échelonne sur une période de 7 mois, de la mi-avril à la mi-novembre. La tourbe est récoltée de la mi-juin à la mi-août; elle est utilisée dès sa récolte, entreposée à l'extérieur pour être utilisée avant la fin de septembre ou encore abritée pour l'hiver afin d'être utilisée au printemps suivant (1 500 t). La mise en tas des résidus débute en mai, cesse en juillet et reprend en août et cesse à nouveau à la fin de septembre. La mise en meules est réalisée 5 à 7 semaines après la mise en tas. Les ventes de compost en vrac sont réalisées à 100 % au printemps.

7.2 Immobilisations

Le coût des immobilisations est estimé au Tableau 19. Les coûts représentent du matériel neuf. Ils ne comprennent pas les coûts d'aménagement d'une tourbière vierge et d'un accès à la tourbière ainsi que l'installation d'une ligne électrique. L'approvisionnement en eau, essentielle au procédé, est assuré par un puits situé à proximité des installations. L'aménagement du site de compostage comprend l'enlèvement de la couche végétale, le drainage, le nivelage et l'épandage d'une couche de gravier sur une surface de 5 ha. Le tamisage et le chargement en vrac du compost est réalisé par une émotteuse-tamiseuse-chargeuse mobile.

7.3 Coûts de production

Les immobilisations sont financées par un emprunt de 20 ans pour les terrains et bâtiments et de 10 ans pour les équipements. Le taux d'intérêt est de 13 % par année. Le

Tableau 18: Scénario de production de l'unité de compostage de résidus de poisson

	Mise en tas (t de résidus)	Récolte de tourbe (t)	Mise en meules (t de compost)	Tamisage et ventes (t de compost)
Mai	1 000	-	-	9 000
Juin	1 000	1 325	1 250	3 000
Juillet	-	2 650	2 500	-
Août	2 000	1 325	1 250	-
Septembre	2 000	-	2 500	-
Octobre	-	-	5 000	-
Novembre	-	-	2 500	-
Décembre	-	-	-	-
Janvier	-	-	-	-
Février	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-
Avril	-	-	-	3 000
Total	6 000	5 300	15 000	15 000

Tableau 19: Immobilisations requises pour la production de compost de poisson

	Coût ($)
• Tourbière (50 hectares)	37 500
• Équipements de récolte de tourbe	
- 2 tracteurs	60 000
- 2 balayeuses à tourbe	27 000
- 1 herse	8 500
- 1 rotoculteur	7 000
- 1 draineure	5 000
- 1 pelle rétrocaveuse	75 000
	182 500
• Équipements de réception et de mélange des matières premières	
- 1 benne de réception (100 t)	25 000
- 2 convoyeurs pour résidus	10 000
- 1 broyeur (15 t/h)	25 000
- 1 benne d'entreposage	10 000
- 1 vis-sans-fin	5 000
- 1 entrepôt de tourbe (1 000 t)	25 000
- 2 convoyeurs pour tourbe	20 000
- 1 mélangeur (300 t)	25 000
- 5 uppers de stockage (20 t)	50 000
	195 000
• Approvisionnement en eau	
- 1 puits	5 000
- pompes, canalisations et vaporisateurs	15 000
	20 000
• Achat terrain de compostage (10 hectares)	30 000
• Aménagement du site de compostage	50 000
• Équipements de compostage	
- 2 voitures à ensilage	35 000
- tuyauterie, abris	100 000
- appareils de contrôle de la qualité	3 000
	138 000
• Équipement de tamisage et de chargement	150 000
• Bâtiment administratif	35 000
Total	838 000

coût des assurances est estimé à 2,5 % du coût des immobilisations et celui de l'entretien, à 5,0 % du coût des immobilisations. Les bâtiments et aménagements sont amortis sur 20 ans tandis que les équipements le sont sur 10 ans. Les frais d'administration et de ventes comprennent le salaire d'un gérant à temps plein et d'un commis comptable à mi-temps ainsi que les frais de bureau.

Dans ce scénario, les résidus sont obtenus gratuitement des usines de transformation de poisson mais les coûts de transport sont couverts par l'entreprise de compostage.

Le coût de production est estimé au Tableau 20. Le coût unitaire par tonne de compost produite est de 26,81 $. Le coût de transformation des résidus de poisson est de 67,02 $/t; ce qui est comparable à celui de la transformation en ensilage brut.

7.4 Viabilité de la production de compost de poisson

La seule base de comparaison possible pour étudier la viabilité de la production de compost de poisson est l'ensilage concentré (sans huile). Le coût à l'utilisateur des deux types de produits est comparé au Tableau 21. La valeur du compost peut être comparée à celle de l'ensilage lorsqu'on ne tient compte que de leur teneur respective en résidus de poisson (la tourbe et l'eau étant essentiellement des matières inertes). Selon ce seul critère, le compost a plus de valeur que l'ensilage brut pour un utilisateur situé à moins de 200 km du lieu de production; mais en raison des coûts élevés de transport, l'ensilage concentré prend rapidement l'avantage et l'écart s'élargit considérablement lorsqu'on s'éloigne du point de production. Le compost, comme l'ensilage liquide, demande des équipements spécialisés pour l'épandage sur les champs. Son utilisation en serre est cependant moins problématique que l'ensilage liquide. En général, le produit est considéré comme un meilleur amendement de sol que l'ensilage.

Tableau 20: Estimation des coûts de production

	Coût (X 10^3 $)
Coûts fixes	
Intérêts sur équipements	52,3
Intérêts sur terrains et bâtiments	16,1
Amortissement des bâtiments	3,0
Amortissement des équipements	66,1
Assurances	18,0
Entretien	36,0
Administration et ventes	55,0
Sous-total	246,5
Coûts variables	
Achat des résidus de poisson	00,0
Transport des résidus 0,10 $/km/t X 50 km)	30,0
Carburant	20,0
Électricité	5,0
Bio-activateur (20 g/t de compost X 30,00 $/kg)	9,0
Main-d'oeuvre directe	
- 8 manoeuvres X 1 120 h X 8,5 $/h	76,2
- 1 contremaître X 1 280 h X 12,0 $/h	15,4
Sous-total	155,6
Coût total	402,1
Coût unitaire ($/t de compost)	26,81
($/t de résidus traités)	67,02

Tableau 21: Comparaison du coût à l'utilisateur du compost de poisson et de l'ensilage concentré

Distance (km)	Coût de l'ensilage concentré[1]		Coût du compost de poisson[2]	
	$/t de produit	$/t de résidus de poisson	$/t de produit	$/t de résidus de poisson
0	261,96	115,91	30,83	77,08
100	268,46	118,79	40,83	102,08
200	274,96	121,66	50,83	127,08
300	281,46	124,54	60,83	152,08
400	287,96	127,42	70,83	177,08
500	294,46	130,29	80,83	202,08

1. Voir Tableau 17.
2. Coût de production X 1,15 + coût du transfert à 0,10 $/t/km de compost ou 0,25/t/km de résidus traités.

8. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'extraction de la rave de hareng a pris beaucoup d'ampleur au cours des années 1980 dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Cette activité, réalisée surtout pendant une période de 6 à 8 semaines à la fin de l'été, n'utilise que 4 -5 % du hareng entier. La biomasse rejetée (95 %) est impropre à la production de produits de consommation frais, salés, marinés ou congelés et ne peut même pas être utilisée comme appât. Cette biomasse est actuellement utilisée par les usines de farine de poisson et, dans une moindre mesure, pour l'épandage dans les champs de culture. Cependant, le débit des résidus à la sortie des usines d'extraction de rave est actuellement trop élevé pour que ces utilisateurs soient en mesure de l'absorber au complet. Près de la moitié des résidus de hareng produits, soit de 15 000 à 20 000 t, doivent être enfouis ou encore déchargés en mer ou dans les dépotoirs publics à un coût variant entre 20 et 40 $/t.

Les résidus de hareng constituent une biomasse riche en protéines et en huiles. Les protéines de poisson ont une excellente réputation en alimentation animale en raison de leur haut niveau de digestibilité; celle des huiles de poisson est aussi excellente en raison de leur teneur élevée en acides gras à longue chaîne et en acides gras omega -3. Les propriétés fertilisantes des résidus de poisson sont aussi reconnues depuis longtemps.

Plusieurs technologies sont actuellement disponibles pour transformer cette biomasse inutilisée en produits utiles dans les domaines de l'alimentation animale et de la fertilisation et de l'amendement des sols agricoles. Cependant, parce qu'un très grand volume de résidus doit être traité en quelques semaines seulement, les technologies complexes nécessitant beaucoup de capital ne constitueraient pas une solution rentable. En effet, les installations nécessaires pour traiter les résidus frais doivent avoir une très grande capacité et cette grande capacité ne serait à peu près pas utilisée plusieurs mois par année.

Les seuls procédés ayant un bon potentiel dans le contexte décrit ci-dessus sont le compostage et l'ensilage acide. Dans le cas du compostage, les techniques permettant de transformer les résidus de hareng à un rythme suffisamment rapide pour absorber tous les résidus inutilisés ne sont pas encore au point; cette approche ne permettrait d'utiliser qu'une partie de la biomasse. Par contre, les techniques d'ensilage acide peuvent être automatisées et

adaptées directement à la chaîne de transformation dans les usines. L'ensilage brut obtenu peut être entreposé longtemps et à peu de frais.

L'ensilage brut devrait être produit au fur et à mesure que les résidus sont produits et cela, dans chacune des usines d'extraction de rave. Cette approche permet d'obtenir un ensilage brut de très bonne qualité et d'éviter le transport d'un produit polluant (résidus frais). Pour une usine produisant 1 000 t de résidus pendant la période de pointe (août et septembre), le coût des équipements d'ensilage et d'entreposage est d'environ 175 000 $. L'usine a avantage à utiliser le système en dehors de la période de pointe afin de mieux amortir le coût des équipements. La valeur de l'ensilage brut produit par cette usine pourrait être de l'ordre de 125 000 $ par année. Pour une usine produisant 2 000 t de résidus en période de pointe, le coût des équipements est d'environ 300 000 $ et la valeur de l'ensilage brut produit, de l'ordre de 225 000 $ par année. Pour des usines d'extraction de rave produisant moins que 1 000 t de résidus de poisson par année, la production d'ensilage brut ne serait pas rentable. Les résidus de ce type d'usine devraient être ensilés dans des installations plus grandes.

L'ensilage brut de hareng est un produit à forte teneur en huile et en eau. Ces caractéristiques limitent son champ d'utilisation potentielle et l'échelle des marchés accessibles. Il y a donc avantage dans plusieurs cas à récupérer l'huile et à concentrer l'ensilage à faible teneur en huile. En raison du coût relativement élevé des immobilisations nécessaires au raffinage de l'ensilage brut, cette seconde transformation devrait être centralisée. Une usine de raffinage d'ensilage brut en mesure de traiter l'ensemble de résidus de poisson non utilisés dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (~ 20 000 t) représenterait un investissement d'environ 2,2 $ millions. La valeur des produits d'une telle usine pourrait être de l'ordre de 2,5 $ millions par année.

Le coût de l'ensilage brut ou de l'ensilage concentré produit dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, lorsque substitué à la farine de poisson ou aux résidus broyés-congelés en alimentation animale, serait avantageux pour la plupart des utilisateurs des provinces maritimes et de l'est du Québec. Des marchés potentiels équivalant à 63 000 - 74 000 t d'ensilage brut par année ont été identifiés en alimentation animale dans cette grande région.

Cependant, la pénétration de ces marchés par l'ensilage du nord-est du Nouveau-Brunswick ne se fera pas sans problèmes pour les raisons suivantes:

- les utilisateurs potentiels ne connaissent pas le produit;
- les utilisateurs potentiels ne sont généralement pas équipés pour manipuler le produit;
- les autres régions maritimes pouvant produire de l'ensilage sont parfois favorisées par la proximité de marchés importants.

Pour qu'une bonne pénétration des marchés identifiés soit possible, deux conditions essentielles devront être remplies:

- la qualité de l'ensilage devra être excellente et constante;
- l'approvisionnement des utilisateurs devra être sûr et régulier.

Répondre à ces conditions représente un défi de taille lorsqu'on considère que plusieurs unités indépendantes de production sont impliquées et que les débarquements annuels peuvent varier considérablement.

En agriculture, le potentiel de l'ensilage est énorme mais ces marchés sont très incertains parce qu'il est actuellement impossible de déterminer la valeur du produit pour les utilisateurs potentiels dans ce secteur.

Ces considérations permettent de conclure qu'il est peu probable que tous les résidus de hareng inutilisés dans le nord-est du Nouveau-Brunswick puissent être écoulés à court terme sur les marchés potentiels sous la forme d'ensilage brut ou concentré. Le marché de la farine de poisson étant bien établi, il serait peut-être avantageux d'utiliser les usines de réduction en farine déjà en place pour sécher l'ensilage brut ou concentré. Cependant, la faisabilité technique de cette approche et la possibilité d'écouler l'ensilage sec sur le marché des farines de poisson n'ont pu être évaluées dans le cadre de la présente étude en raison du manque d'information sur les usines de farine en place et sur les caractéristiques de l'ensilage sec.

Le compostage d'une partie des résidus inutilisés constitue aussi une approche ayant beaucoup de potentiel. Par contre, en raison du coût très élevé du transport du compost, les marchés potentiels du compost en vrac sont limités à moins de 300 km du point de

production. L'utilisation du compost comme amendement de sol et complément de fertilisation pour la culture de la pomme de terre constitue un des rares débouchés possibles pour de grands volumes produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. La valeur du compost pour l'utilisateur est cependant inconnue actuellement.

Le Tableau 22 résume les coûts estimés d'élimination et d'utilisation des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick. Pour une usine de transformation, la méthode d'élimination/utilisation la moins coûteuse est le transport vers les usines de réduction en farine; suivent par ordre croissant des coûts, l'épandage sur les terres agricoles, l'enfouissement et la décharge en mer. Les coûts de transformation en compost et en ensilage brut sont similaires. Ceux de la réduction en farine, de la production de résidus broyés-congelés et de l'ensilage concentré sont plus élevés, mais la valeur ajoutée au produit est proportionnellement plus grande.

Tableau 22: Comparaison des coûts estimés d'élimination et d'utilisation des résidus de poisson dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

	Coût par tonne de résidus ($)	Valeur du produit par tonne de résidus traités ($)	Remarque
• Transport aux usines de réduction en farine	5 - 20	0	
• Décharge en mer	35 - 50	0	Inclut le coût du transport terrestre
• Enfouissement	20 - 30	0	Inclut le coût du transport
• Épandage sur les terres agricoles	10 - 20	0	Inclut le coût du transport
• Broyage et congélation	130 - 140	140 - 160	Valeur FAB usine de congélation
• Réduction en farine et en huile	100 - 120	130 - 150	Valeur FAB usine de farine et d'huile
• Ensilage brut	65 - 85	110 - 115	Valeur de remplacement FAB usine
• Ensilage concentré	120 - 125	145 - 150	Valeur de remplacement FAB usine de l'ensilage concentré et de l'huile
• Compost	65 - 70	?	

9. RECOMMANDATIONS

L'ensilage acide et le compostage ne pourront pas représenter la solution à court terme (1-2 ans) pour utiliser rationnellement les résidus de hareng produits dans le nord-est du Nouveau-Brunswick, parce que les utilisateurs potentiels ne sont actuellement pas prêts à accepter des quantités suffisantes de ces produits. Pour que les utilisateurs potentiels en viennent à adopter ces produits, il faudra leur démontrer que ceux-ci sont d'une qualité irréprochable et constante, que leur utilisation comporte plus d'avantages que d'inconvénients et que leur approvisionnement sera régulier. L'implantation d'infrastructures de transformation de résidus de poisson en ensilage et en compost doit donc se faire d'une manière graduelle. La première phase d'implantation (1-2 ans) devrait être axée sur le développement des marchés, les infrastructures de transformation étant modestes et servant surtout à acquérir la maîtrise des procédés, à déterminer avec précision les coûts de production et les caractéristiques des produits, et à produire des quantités suffisantes de produits pour que les utilisateurs potentiels puissent en faire l'essai. Il est donc recommandé de réaliser en 1989-90 les activités suivantes:

1. Installation d'une unité type d'ensilage brut dans une usine type d'extraction de rave de hareng. La production est suivie par une équipe scientifique afin d'ajuster le procédé, caractériser le produit et déterminer les coûts de production. La production est de l'ordre de 1 000 t d'ensilage brut; les coûts d'immobilisations sont d'environ 175 000 $.

2. Installation d'une unité pilote de raffinage d'ensilage brut pour l'extraction de l'huile et la production d'ensilage brut sans huile, d'ensilage concentré et d'ensilage sec. Cette unité a une capacité de traitement de 300 - 500 t d'ensilage brut; les coûts d'immobilisations incluant un laboratoire d'analyse de base, sont estimés à 200 000 $.

3. Essais et expérimentations sur l'utilisation des produits de l'ensilage en coopération avec des utilisateurs potentiels:

   Ensilage brut:
   - Moulées pour saumons
   - Moulées pour renards et visons
   - Usines de réduction en farine

Ensilage concentré:
- Moulées pour saumons
- Moulées pour renards et visons
- Porcheries
- Aliments en conserve pour chiens et chats
- Cultures de fruits et légumes
- Cultures de pomme de terre
- Méthanisation

Ensilage sec:
- Moulées sèches en général

Huiles:
- Moulées pour saumons
- Moulées pour renards et visons
- Utilisations industrielles
- Combustible

4. Installation d'une unité pilote de compostage de résidus de poisson (capacité d'environ 1 000 t de résidus). Le coût des immobilisations est estimé à environ 150 000 $.

5. Essais et expérimentations sur l'utilisation du compost en coopération avec les principaux utilisateurs potentiels:

   - Culture de la pomme de terre
   - Culture de fruits et légumes

6. Développement d'une expertise au sein du gouvernement du Nouveau-Brunswick dans le domaine de la valorisation de la biomasse marine afin que le Gouvernement devienne en mesure de gérer ce type d'activité.

ANNEXE 1

RÉFÉRENCES

Bernard, F. inc. 1988. Etude de préfaisabilité de la production et de la commercialisation d'un ensilage de déchets de poissons comme source de protéines dans l'alimentation animale. Rapport rédigé pour le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec et pour le Centre québécois de valorisation de la biomasse.

Canadian Plant and Process Engineering Ltd. 1970. Fish processing wastes. Rapport rédigé pour la Régie des Eaux du Nouveau-Brunswick.

Co-Fish-Consultants Ltd. 1984. Consideration and recommendations for the disposal of waste material resulting from ... processing and related products. Rap. 1. Rédigé pour le ministère des Pêches du Nouveau-Brunswick.

Co-Fish Ltd. 1986. Pour atteindre une utilisation plus rationnelle de la ressource hareng dans la région du golfe Saint-Laurent. Rapport rédigé pour le ministère des Pêches et des Océans du Canada.

Coopers and Lybrand Consulting Group. 1987. Étude des marchés de la troube horticole. Rapport rédigé pour le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick. Dossier Public. - 87-17.

McClare, J.H. and associates Ltd. 1986. Fish oil production and potential in Atlantic Canada. Fish Develp. Branch, Scotia-Fundy Region, Project Report 115.

McLaren Atlantic Ltd. 1979. Fish waste disposal study for Southeastern New-Brunswick. Rapport rédigé pour l'Association des empaqueteurs de poisson du sud-est du Nouveau-Brunswick.

Ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick. 198X. Rapports annuels 1987.

Ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick, 198X. Statistiques agricoles / 1987.

Ministère des Pêches du Nouveau-Brunswick. 1985-1987. Rapport annuel 1985, 1986, 1987.

Ministère des Pêches et des Océans. 1985. L'industrie de la farine de poisson dans les provinces de l'Atlantique. Div. Analyse Comm., Dir. gén. analyse écon. comm., MPO.

Ministère des Pêches et Océans du Canada 1987. Atelier sur le fourrage de poisson, Church Point, Nouvelle-Écosse, 17 juin 1987. Fs-68-211-7F.

Ministère des Pêches et Océans du Canada. 1988. L'aquiculture commerciale du Canada. Fs23-139/1988F.

Shaffner. J. 1970. The various methods of reducing waste material being disbarged from the fish processing plants in Lameque, Shippegan and Caraquet, New-Brunswick. Rapport rédigé pour la Régie des eaux du Nouveau-Brunswick.

Société Paquet et Dutil et le Groupe GERMA. 1987. Utilisation de la biomasse marine pour la production de divers produits. Étude réalisée pour le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec et pour le Centre québécois de valorisation de la biomasse.

Travel Ltd. 1984. A comprehensive review of the surimi industry and the development potentiel in Atlantic Canada. Préparé pour le MPO, Direction du développement des pêches; Division de Terre-Neuve, FAB 1983/84-29.

Tidmarser, W.G., J.H. Merritt, G. Bernier, J. Jorza, et S. Bastien-Daigle. 1986. Élimination des déchets de poisson dans l'est du Nouveau-Brunswick. Méthodes actuelles et proposées. Rap. can. indust. sci. halieut. aquat., 176.

ANNEXE 2

Usines de transformation de poisson faisant partie de l'enquête

- Albert and Son's Fisheries
- Atlantic Sea Harvest
- Ass. Co-op des Pêcheurs de l'Ile
- Baie Chaleur Packer Ltd.
- Blue Cove Packing
- Bulger Fish Market
- Canadian Ocean Products
- Carapro Ltée
- Duguay M.O. Ltée
- Ellis Seafood Ltd.
- Gauthier L.L. and Sons
- Maisonnette Seafood Ltée
- Marché de poisson Landry inc.
- McGraw Fruits de Mer Ltée
- M.P.Q. Ltée
- Morue Impériale Ltée
- Ocean Flow Seafood Ltd
- Pêcheries Alfo Ltée
- Pêcheries Caraquet Ltée
- Pêcheries F.N. Ltée
- Pêcheries Garo
- Pêcheries Roma Ltée
- Pêcheries Saint-Paul Ltée
- Poissonnerie Arsenault Ltée
- Poissonnerie R.G. Cormier
- Poissonnerie Savoie
- Produits Belle-Baie Ltée
- Produits de la Pêche A. Jones Enr.

ANNEXE 3

Entreprises réalisant de la valorisation des résidus de poisson
dans le nord-est du Nouveau-Brunswick

Association coopérative des Pêcheurs de l'Ile	Réduction en farine
Blue Cove Packing, Maisonnette Seafood	Ensilage acide (depuis 1988)
Produits du Golfe Saint-Laurent	Réduction en farine
Pêcheries FN Ltée	Réduction en farine, ensilage acide (depuis 1988)